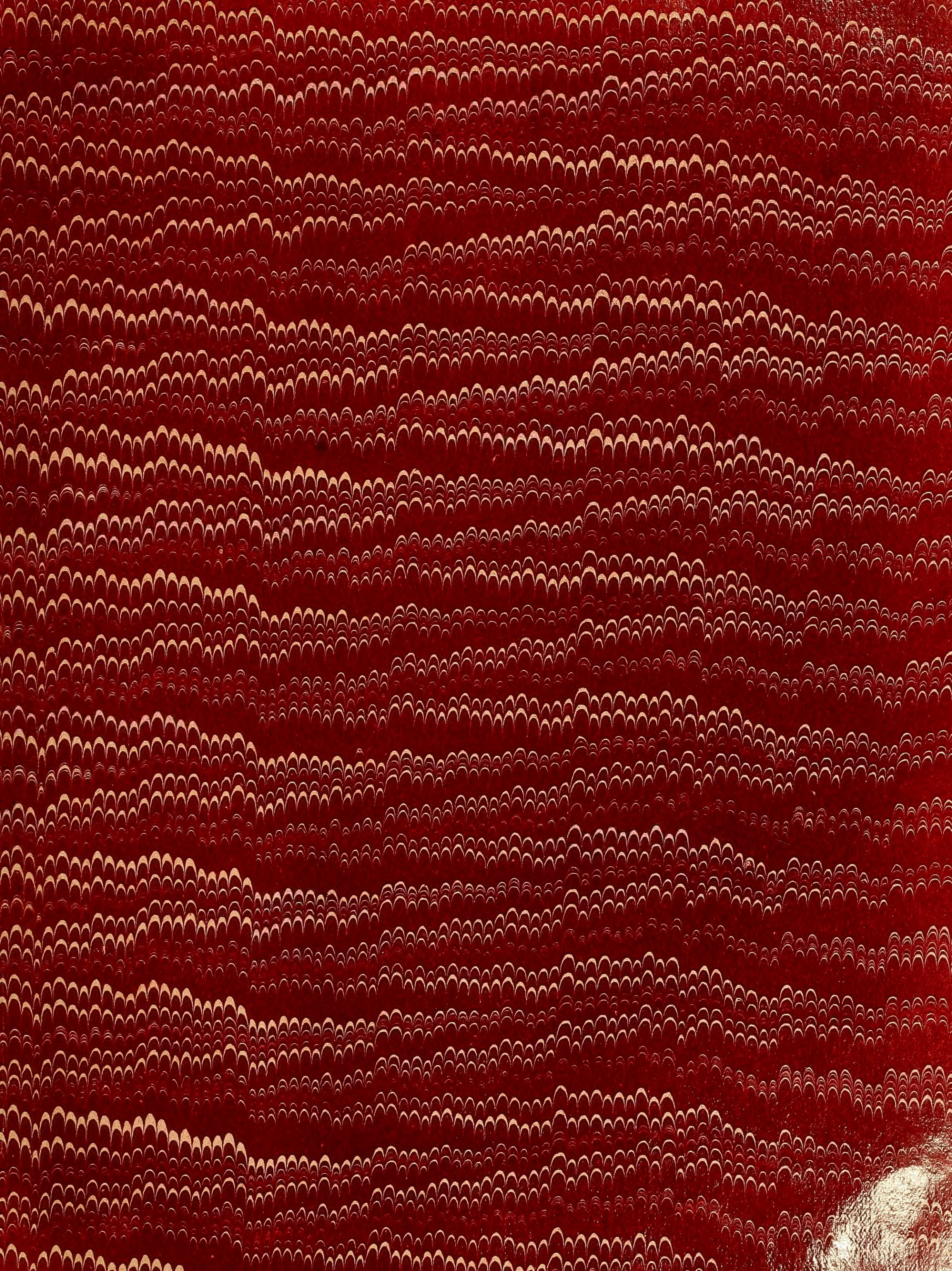
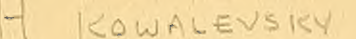

1902
U.S.N.M.
Ex libris
William Healey Dall.
H KOWALEVSKY




H KOWALEVSKY



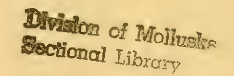
EMBRYOGÉNIE

DU

CHITON POLII (PHILIPPI)

ANNALES
DU MUSÉE D'HISTOIRE NATURELLE DE MARSEILLE. — ZOOLOGIE
Tome Ier

MÉMOIRE N° 5



EMBRYOGÉNIE

DU

CHITON POLII (PHILIPPI)

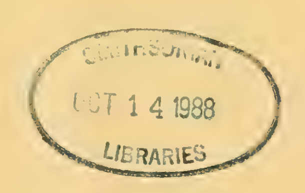
AVEC QUELQUES REMARQUES

SUR LE DÉVELOPPEMENT DES AUTRES CHITONS

PAR

M. A. KOWALEVSKY

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ D'ODESSA.





MARSEILLE
TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE CAYER ET Cie
Rue Saint-Ferréol, 57.

1883

EMBRYOGÉNIE

DU

CHITON POLII (PHILIPPI)

AVEC QUELQUES REMARQUES

SUR LE DÉVELOPPEMENT DES AUTRES CHITONS.

Depuis quelques années, j'étudie le développement des Chitons ; mais les grandes difficultés que présente l'observation de leurs œufs m'ont souvent entraîné à des interprétations inexactes. Ces œufs sont absolument opaques, et ne laissent presque rien voir par transparence ; du reste, ils sont entourés par un chorion d'une structure très complexe, de telle sorte qu'il faut, pour voir la segmentation, enlever cette enveloppe protectrice. Cette opération délicate m'a le mieux réussi en traitant les œufs par l'acide chromique (solution dans l'eau de mer, de 1/2 à 1 %). Mes recherches ont porté sur plusieurs types : je me suis adressé d'abord au *Chiton olivaceus*, dont les œufs ont une enveloppe chorionnaire tout-à-fait opaque. J'ai trouvé ensuite chez le *Chiton Polii* plus de facilité, le chorion étant plus transparent ; malheureusement les œufs sont beaucoup plus petits. Je vais décrire le développement de cette dernière espèce d'après deux formes, l'une de Marseille, l'autre de Sébastopol. Les premiers stades ont été observés sur le *Chiton Polii* de Marseille ; les phases plus avancées se rapportent à celui de Sébastopol. Les œufs de cette dernière variété sont beaucoup plus grands, et par cela même, plus commodes pour l'étude. Tous ces ovules étaient traités par les acides chromique, acétique et osmique, lavés ensuite, d'abord dans l'alcool à 70°, puis dans l'alcool absolu. On les colorait par le carmin de Grenacher ; ils étaient ensuite éclaircis par la créosote ou l'essence de girofle ; leur examen était fait par trans-

parence ou sur des coupes. Dans ce dernier cas, je me suis toujours servi de la paraffine comme matière à inclusion.

La détermination des espèces correspond à la nomenclature du Marchese di Monterosato, telle qu'elle est donnée dans ses *Enumerazione e Sinonimia delle Conchiglie mediterranee, parte seconda,* Chitonidi; *Palermo,* 1879.

Le *Chiton Polii,* Philippi (*Chiton cinereus,* Poli, non Linné), existe à Marseille, à la passe du port, sous le fort Saint-Jean, où il se loge dans de petits trous de rochers, tout-à-fait à fleur d'eau. Vers le milieu de mai, on trouve déjà des femelles portant des œufs dans la chambre branchiale. Si on garde ces Chitons en captivité, on voit bientôt, dès les premiers jours, les femelles pondre abondamment et les mâles rejeter leur semence. Mais les ovules ne se développent régulièrement que s'ils restent sous la mère, fixés dans la cavité branchiale ; si l'on touche l'animal qui les porte, il se débarrasse de toute sa ponte, et dans ce cas, tous les produits sont perdus ou se développent monstrueusement. Cette particularité crée des difficultés sérieuses, et oblige à sacrifier beaucoup d'individus. Les *Chiton Polii* de Sébastopol ressemblent complètement à ceux de Marseille; ils sont seulement plus petits, et se trouvent sous les pierres, et non point à fleur d'eau, dans de petites cavités, comme à Marseille; peut-être pourrait-on les regarder comme formant une autre espèce, je penche toutefois à ne voir en eux qu'une simple variété. Ils présentent dans leur ponte les mêmes particularités que je viens de signaler à propos des individus de Marseille.

J'ai examiné aussi l'embryogénie du *Chiton olivaceus,* Spengler (*Chiton siculus,* Gray); le développement de cette espèce ressemble beaucoup à celui du *Chiton Polii,* avec cette différence que les jeunes, à leur sortie de l'œuf, possèdent déjà huit plaques coquillères, tandis qu'il n'en existe que sept, à ce stade, chez les *Chiton Polii.* L'*Acantochites discrepans,* Brown, m'a fourni également des matériaux d'étude, mais moins complets. Le jeune, après la transformation de la larve, possède la coquille dorsale. Je ne puis dire cependant le nombre des valves; j'ai pensé qu'il en possédait, huit comme le *Chiton olivaceus;* toutefois, après en avoir trouvé sept chez le *Chiton Polii,* j'ai été pris de quelques doutes, et n'ai plus eu depuis l'occasion d'observer de jeunes *Acanthochites.*

La plupart de ces recherches ont été faites au laboratoire de Zoologie marine, à la Faculté des Sciences de Marseille; je suis très reconnaissant envers mon ami le professeur A.-F. Marion, qui a mis à ma disposition tous les moyens d'étude dont dispose son laboratoire, ainsi que son concours personnel. Je suis aussi l'obligé de mademoiselle Sophia Perejaslavtzef, docteur en zoologie, qui m'a aidé à me procurer les œufs des *Chiton Polii* de Sébastopol.

Les œufs des Chitons possèdent une enveloppe chitineuse d'une structure très compliquée, qui semble très caractéristique dans chaque genre et peut-être pour chaque espèce. On peut distinguer deux parties dans cette enveloppe : l'œuf est d'abord entouré par une couche de petits hexagones, ayant la forme de cellules épithéliales (voyez fig. 2 et 3, *h*). Si l'on examine cette enveloppe par la face appliquée sur l'œuf, on ne voit que les hexagones comme une mosaïque unie ; si, au contraire, on observe l'œuf de l'extérieur, on voit que ces hexagones donnent des prolongements plus ou moins longs et de formes différentes. Leur consistance elle-même varie ; ils sont quelquefois assez mous, élastiques, et presque gélatineux; d'autres fois ils sont coriaces et cassants. Leur structure est tout-à-fait semblable chez les *Chiton Polii* de Marseille et chez ceux de Sébastopol. Au-dessus de l'enveloppe formée par les hexagones (fig. 1, *h*), se dresse sur chaque dalle un prisme hexagonal *(p r)* à pointe obtuse ; dans la portion supérieure de ce prisme, on distingue des stries transversales. De même que les plaques hexagonales qui les portent, ces prismes sont mous et pour ainsi dire gélatineux.

Les œufs des *Chiton Polii* ne sont pas rejetés par la femelle et abandonnés dans la mer ; ils se groupent au moyen des prolongements prismatiques de l'enveloppe, qui s'entrecroisent, et forment ainsi des pelotons qui sont portés dans la cavité branchiale, exactement entre la branchie et le bord dorsal du corps. Ils adhèrent d'autant plus les uns aux autres qu'ils ont séjourné plus longtemps dans la cavité branchiale ; ce qui résulte, sans doute, de ce fait, que les prolongements prismatiques se sont plus exactement engrenés. Nous avons vu quelquefois les *Chiton Polii*, soit à Marseille, soit à Sébastopol, rejeter simplement les œufs sans les garder dans la cavité branchiale ; cela m'a paru anormal, car nous le constations toujours lorsque l'eau était déjà un peu altérée, et quand les animaux étaient troublés dans leur ponte.

Les œufs des *Acanthochites* montrent une structure chorionnaire analogue, avec cette différence toutefois que les prolongements sont beaucoup plus nombreux. On pourrait dire approximativement qu'il en existe sur eux dix fois plus, tandis que, d'autre part, malgré la petitesse des ovules des animaux de ce genre, les saillies chorionnaires sont deux fois plus longues que chez les *Chiton Polii*, de telle sorte que l'œuf semble couvert d'un duvet. D'ailleurs, ces prolongements sont coniques et non pas prismatiques. Les *Acanthochites*, comme les autres Chitons que j'ai pu examiner, sauf le *Chiton Polii*, rejettent directement leurs œufs dans l'eau, sans prendre soin de leur destinée.

Chez les *Chiton olivaceus*, Spengler (*Ch. siculus*, Gray), les petits hexagones du chorion portent de courts prolongements que l'on voit dessinés de profil sur la figure 3'. Ils sont étroits à la base, et s'étalent ensuite en forme de corolle composée de six feuilles bilobées. Sur la figure 3, ces organes sont présentés de

face ; on reconnaît ici un petit bouton central, *c*, établi sur une base un peu plus large, et autour de lui, les six feuilles bilobées. Les prolongements ont une consistance très coriace; si l'on presse l'ovule, ou si l'on fait agir sur eux quelques réactifs, on réussit à les isoler, mais on ne peut ni les plier, ni les déchirer.

Les enveloppes chorionnaires des *Chiton lævis*, var. *Doriæ*, Capellini, possèdent des saillies très longues (fig. 2) bifurquées à leur sommet; ce chorion est très dur, et offre une couleur jaunâtre, comme si l'on avait affaire à une couche chitineuse.

Ces formations ont déjà été mentionnées par *Ihering* (1), et plus tard par M. le docteur *Bela Haller* (2), dans son excellente monographie. Elles sont également figurées dans le travail de Loven (3), qui demeure encore la seule étude que nous possédions sur le développement des Chitons. Les figures que nous donne Loven montrent que les enveloppes chorionnaires du Chiton qu'il a étudié (*Ch. cinereus*, Forbes et Hanley), possèdent encore une autre structure.

I

SEGMENTATION ET INVAGINATION

La segmentation, chez les Chitons, se passe d'une manière régulière ; chez toutes les espèces que j'ai eu l'occasion d'étudier, les deux premières sphères de segmentation et les quatre autres qui leur succèdent sont égales entre elles. Ces dernières se divisent chacune en deux ; il s'en produit ainsi huit superposées les unes aux autres. Les quatre premières sphères de segmentation constituent une couche inférieure, les quatre autres forment une assise supérieure. Ces huit sphères ne sont pas en réalité tout à fait égales ; on constate toujours des différences dans leurs dimensions. Les quatre supérieures sont un peu plus petites que les inférieures ; ces différences sont elles-mêmes variables dans les œufs de la même espèce. Les œufs du *Chiton Polii* de Marseille (fig. 6 et 7) nous ont montré huit sphères à peu près égales, et d'autres fois, les différences signalées étaient très appréciables. Par contre, chez les *Chiton Polii* de Sébastopol (fig. 4), les sphères supérieures étaient au moins d'un tiers plus petites que les inférieures.

---

(1) Ihering. *Beitrage zur Kentniss der Anatomie von Chiton.* Morphol. Jahrb. Bd. IV.

(2) Docteur Bela Haller. *Die Organisation der Chitonen der Adria.* Wienn, 1882.

(3) S. Loven. *Ueber die Entwicklung von Chiton.* Arch. für Naturg. 1856, page 206, planche 9, fig. 1 et 2.

C'est ainsi que chez les œufs segmentés du *Chiton Polii* de Sébastopol, ce rapport est de 21 à 15. Les sphères inférieures ont une longueur correspondant à 21 divisions du micromètre oculaire, tandis que les supérieures atteignent à peine un diamètre de 15 divisions.

Dans la partie centrale correspondant au point de réunion des quatre sphères supérieures, j'ai rencontré souvent une petite vésicule que je crois être le globule de direction ou globule polaire de Robin (fig. 6, gd). C'est en me basant sur la place de ce corpuscule polaire, que je considère les petites sphères comme supérieures ; car, ainsi que plusieurs auteurs l'ont démontré, ces corpuscules polaires se trouvent toujours au pôle animal ou neural de l'embryon. En ce qui concerne la position de ces sphères relativement les unes aux autres, nous devons insister sur ce point qu'elles ne sont jamais exactement superposées. Ainsi que nous le montrent les figures 5 et 7, les petites sphères supérieures occupent, par leur base, les intervalles des grandes. Aussi, si nous examinons, par en haut, un œuf à ce stade (fig. 4), les grandes sphères *a*, *a'*, *a''*, *a'''*, forment la base ; et les sphères *b*, *b'*, *b''*, *b'''*, constituent la partie supérieure. Dans l'espace compris entre les sphères *a*, et *a'*, s'enfonce la base de la petite sphère *b* ; dans l'espace compris entre *a'*, et *a''*, s'enfonce la base de *b'* ; et ainsi de suite. Cette disposition est encore mieux appréciable sur la fig. 5.

Il y a toutefois, dans cette disposition, comme dans les dimensions relatives des sphères, place à quelques irrégularités. Ainsi quelquefois, les petites sphères ou petites balles de segmentation sont placées exactement audessus des grandes, c'est-à-dire que la sphère *b* de notre figure 4 est exactement superposée à la sphère *a*, *b'* sur *a'*, et ainsi de suite. Entre cet état et celui d'alternance, il y a toutes sortes d'intermédiaires, de manière que les quatre petites balles semblent avoir suivi un mouvement de rotation vers la gauche ou vers la droite. Je ne puis dire le sens de ce mouvement, car j'ignore de quelle sphère basilaire procède la petite sphère supérieure.

Notre figure 6 (pl. I) montre bien la grandeur relative et la place des huit sphères chez le *Chiton Polii* de Marseille. En examinant ce même œuf de profil (fig. 7), nous voyons que la portion supérieure des sphères basilaires se soulève vers les petites sphères ; cette disposition correspond à la formation des nouvelles balles de segmentation. Nous reconnaissons en effet que, au sommet de la grande sphère *a*, se forme un petit soulèvement *c*, dans l'intérieur duquel on distingue un petit noyau hyalin. A côté, et à la même hauteur, on voit bien une petite cellule *c'*, déjà bien constituée, et qui provient de *a'*. Ainsi donc, entre les deux séries primitives de sphères de segmentation *a*, *a'*, *a''*, *a'''*, *b*, *b'*, *b''*, *b'''*, vient s'en ranger une troisième, formée de cellules plus petites encore que les secondes, et qui procèdent comme elles des sphères basilaires. Comme il existe quatre sphères

basilaires, il doit se former trois cellules de troisième ordre, et, à ce stade, l'œuf doit posséder douze balles. Ce stade est fugace; je n'ai eu l'occasion de l'observer qu'une seule fois, quoique l'ayant souvent recherché. Par contre, le stade consécutif, avec seize cellules, se manifeste fréquemment. J'ai consacré plusieurs figures à la représentation de ce stade de seize cellules, de manière à le montrer par sa face basilaire, par son sommet, et aussi de profil; ce qui permettra de bien juger de la disposition des sphères et de leur grandeur relative. La fig. 8 se rapporte à la face inférieure ; nous distinguons les quatre grandes sphères *a*, et entre elles, dans les coins extérieurs, les petites cellules *c*, *c'*, *c''*, *c'''*. Si, retournant l'œuf, nous l'observons d'en haut (fig. 9), nous voyons que le sommet de la figure est occupé par les cellules *b*, *b'*, *b''*, *b'''* : en abaissant le foyer de l'objectif, on aperçoit les sphères *a*, *a'*, *a''*, *a'''* ; et, entre ces deux assises, les cellules *c*, *e*, - *c'*, *e'*, - *c''*, *e''*, - *c'''*, *e'''*. Nous avons déjà vu, à l'aide du stade de douze cellules, d'où proviennent les sphères *c* ; elles ont incontestablement leur origine dans les sphères basilaires *a*, mais nous ne savons rien encore de l'origine des cellules appartenant à la série *e*, et nous sommes réduits à des conjectures.

D'après les procédés ordinaires de la segmentation régulière, l'œuf, après s'être divisé en huit sphères, se segmente en seize, par la partition de chacune d'elles. Nous avons exactement reconnu, pour l'œuf de nos Chitons, que le stade douze s'est réalisé par la division des cellules inférieures, qui ont proliféré les premières. D'où peuvent provenir les sphères de la série *e* ? Elles pourraient avoir leur origine dans les cellules *b*, ou bien les cellules *c* elles-mêmes peuvent s'être divisées pour réaliser le stade seize. Cette dernière hypothèse me semble peu vraisemblable, et je suis porté à admettre que ces petites cellules *e* proviennent des sphères supérieures *b*, en me basant, comme je le disais plus haut, sur la marche ordinaire de la segmentation régulière. La figure 10 représente ce même stade seize, vu de profil, avec les grandes sphères basilaires *a*, les sphères supérieures *b*, et la double série intermédiaire *c*, *e*.

Je n'ai point trouvé les stades suivant immédiatement celui à seize cellules; j'ai rencontré cependant le stade vingt-deux, et je le figure (fig. 11, 12, 13) sur ses différentes faces. La disposition générale est la même que pour le stade seize; toutefois, en regardant l'œuf par en haut (fig. 12), nous voyons un groupe de cellules, *g*, superposées aux cellules de la série *b*; elles ne peuvent incontestablement provenir que de ces cellules. Je suppose qu'il en existait quatre primitivement, et que deux d'entre elles se sont ensuite subdivisées. Sur la fig. 13, montrant ce stade de profil, figure que l'on peut comparer à celle du stade seize (fig. 10), on voit que le stade plus avancé ne diffère que par la présence des cellules *g*, qui maintenant constituent la partie supérieure de l'œuf. Nous pouvons également en retournant l'œuf, comparer la fig. 11 à la fig. 8, représentant la base aux deux

stades; nous reconnaissons alors qu'entre les grandes cellules *a*, on ne trouve plus seulement la cellule *c*, mais deux cellules appartenant l'une à la série *c*, l'autre à la série *e*.

Je n'ai pu trouver les stades immédiatement consécutifs à celui que je viens de décrire, mais l'omission n'est pas très grande, puisque les œufs qui, dans l'état de mes observations, étaient parvenus à un degré directement postérieur à celui examiné plus haut, présentaient encore le même groupement de cellules; seulement le nombre des cellules de toutes les séries est plus considérable. En regardant l'œuf par sa face inférieure (fig. 14), les cellules *a*, *a*', *a*'', *a*''' paraissent bien éloignées les unes des autres; entre elles sont placées huit cellules dont quatre, *h*, sont disposées en croix, et les quatre autres, *h*', intercalées entre les branches de cette croix, entre les cellules *h*. Les mêmes raisons que nous avons mentionnées pour l'origine des cellules *gg* (fig. 12 et 13) tendent à faire admettre comme plausibles que les cellules *h*, *h*', dérivent des cellules *a*, *a*'. Les cellules *h*, *h*' sont entourées par les cellules *a*, *a*', il est donc naturel de supposer qu'elles en proviennent; mais il faut tenir compte cependant des cellules *c*, qui pourraient jouer un certain rôle, d'autant plus que la structure de l'œuf est plus complexe que pour le stade de vingt-deux cellules. Il est cependant probable que les cellules *h* dérivent des cellules *a*, d'autant mieux que celles-ci sont plus petites que dans les stades antérieurs; cette diminution est probablement causée par la segmentation qui a produit les cellules *h*.

L'œuf vu par la face supérieure est représenté dans la fig. 15. Le centre est occupé par huit cellules qui correspondent, sans doute, aux cellules *g* de la figure 13, et l'extérieur par les grandes cellules *b*; entre celles-ci, et également vers l'extérieur, sont situées des cellules groupées par trois ou quatre de chaque côté. Ces cellules, *e*, *e*, *c*, correspondent aux cellules *c*, *e*, des figures 10 et 13, multipliées seulement et réparties par quatre à chaque extrémité (fig. 15'). Ces segmentations portent à 36 le nombre des cellules qui constituent ce stade.

C'est là le dernier stade de la segmentation que j'aie pu suivre; plus tard, le nombre des cellules devient trop grand, leurs contours se confondent, et l'on ne peut plus alors saisir nettement leurs relations.

Si l'on compare cette segmentation avec celles constatées dernièrement sur les œufs d'autres Mollusques, on remarque, dans la marche générale des processus, une grande ressemblance avec celle des œufs de *Planorbis marginatus*, d'après la description de C. Rabl (1). Le stade à huit cellules représenté par ce dernier auteur dans la figure 10 B de la planche XXXII, correspond à celui représenté

(1) C. Rabl. *Ueber die Entwicklung der Tellerschnecke.* Morphologisches Jarbuch, Bd. V, p. 567.

par nos figures 4 et 6, avec cette différence cependant que les sphères de segmentation sont plus dissemblables de taille chez les Planorbes que chez les Chitons. Le mode de formation des cellules *c* aux dépens des grosses sphères inférieures, représenté dans notre figure 7, existe chez les *Planorbis marginatus*, et aussi, d'après M. E. Blochmann (1), chez les *Neritina fluviatilis;* il en serait de même chez les Planaires, d'après le professeur E. Selenka (2). Ces deux derniers auteurs admettent que ces cellules sont mésodermiques; je n'ai pas constaté cela chez les Chitons, et je crois qu'elles sont purement ectodermiques.

Le stade de seize cellules, que nous avons trouvé chez les Chitons après le stade de 12 cellules représenté par notre figure 7, n'existe pas chez les Planorbes; car toutes les cellules de l'œuf se divisent chacune en deux, et l'on passe immédiatement du stade douze au stade vingt-quatre. De même, ce stade de seize cellules, si constant chez les Chitons, n'a point de correspondants chez les Néritines et les Planaires. Cependant, les états représentés par nos figures 14, 15 et 16, auraient une certaine ressemblance avec ceux décrits par Selenka, chez les Thyzanozoon, où, parmi les grandes cellules inférieures, en apparaissent quatre autres plus petites qu'il nomme « Ur-Entodermzellen » (pl. IV, fig. 9 et pl. IX, fig. 53).

Pour voir les premiers degrés de l'invagination gastrulaire, j'ai cherché à faire des coupes sur des œufs aux stades les moins avancés; mais il y avait à cela une difficulté, car on ne pouvait déterminer la direction des coupes. J'ai cependant réussi quelquefois, et la figure 16 représente une coupe du plus jeune stade que j'aie pu manier; cette coupe correspond au degré de segmentation dessiné dans la figure 13. Les mêmes cellules y sont répétées de la même manière, et je les ai indiquées par les mêmes lettres; seulement il existe en surplus, dans la coupe représentée par la figure 16, trois cellules, *d* et *d* ', qui sont probablement le résultat de la division des cellules *a* et *a*'; quant à la cellule *x*, elle pourrait bien constituer une extrémité de la même série. Le stade que je viens de décrire ne montre encore qu'un simple aplatissement des cellules inférieures; plus tard, l'invagination est plus clairement accentuée.

Les figures 17 et 18 montrent, la première un œuf vu par en bas, et la seconde un œuf vu par en haut. On voit, dans la figure 17, que le milieu de l'œuf est en partie invaginé, et que l'enfoncement est plus prononcé en avant qu'en arrière; en outre, dans la partie postérieure, sont placées quatre cellules plus grandes et

---

(1) Blochmann. *Ueber die Entwicklung der Neritina fluviatilis*, p. 156, fig. 44 et 45. Zeitsch. für wiss. Zool. 36, 1881.

(2) E. Selenka. *Zur Entwickelungsgeschichte der Seeplanarien.*, p. 17, pl. VIII, fig. 45.

plus saillantes que les autres. En examinant l'œuf par en haut (fig. 18), on remarque que la série des huit grandes cellules *bb* entoure un groupe de cellules *gg* plus petites.

Ce stade est assez clair à suivre, mais on ne peut dire qu'il soit constant; ainsi j'ai souvent remarqué que, pendant l'invagination, les cellules de la face dorsale sont tout-à-fait semblables, ou que, tout au moins, on ne peut distinguer parmi elles de grandes et de petites cellules. La figure 19 représente la coupe du stade de la figure 18; cette coupe est très instructive, elle montre les relations des cellules lorsque l'invagination est déjà bien prononcée, et l'on peut ainsi suivre le développement de toutes les cellules embryonnaires, jusqu'aux premiers stades de la segmentation; dans toutes ces figures (fig. 13 et suiv.), j'ai indiqué les mêmes cellules par les mêmes lettres. J'ai également eu l'occasion d'observer plusieurs stades où les cellules *b* étaient disposées sur deux rangées, au lieu de l'être sur une seule comme dans la figure 18. — Les figures 20, 21, 22, représentent des coupes d'un stade semblable à celui dessiné dans les figures 17-18, avec cette différence seulement, que les cellules dorsales sont uniformes. La figure 20 montre une coupe de la région antérieure de l'œuf; l'invagination est à peu près formée, et sept cellules constituent l'endoderme. Sur une coupe encore plus antérieure, les cellules endodermiques sont réunies inférieurement et la cavité centrale paraît fermée. Sur une coupe de la région moyenne de l'embryon, l'invagination est moins profonde et son ouverture externe plus large (fig. 21); dans la région postérieure (fig. 22), l'invagination est seulement constituée par un petit sillon limité par quatre cellules.

Ces trois coupes démontrent d'une manière définitive que l'invagination endodermique n'est pas tout-à-fait circulaire; au contraire, il se produit une sorte de sillon médian d'enfoncement, dont la partie antérieure s'invagine et se referme plus vite en avant qu'en arrière. Les cellules qui s'enfoncent sont les plus grosses de toutes celles qui constituent l'œuf, et, en outre, celles de la partie postérieure du sillon (fig. 22) sont plus volumineuses que les autres.

Cette forme irrégulière de la gastrula se modifie à mesure que le sillon endodermique se referme, et l'embryon devient tout-à-fait symétrique, régulier, tel qu'il est représenté entier par la figure 23 et coupé par la figure 24. Cet aspect de la gastrula a été souvent observé, aussi bien sur des œufs traités par l'acide acétique, que sur des œufs conservés et non éclaircis; j'ai fait beaucoup de coupes de cet état. Sur les coupes transversales, antérieures et postérieures, on trouve partout les deux feuillets cellulaires tels qu'ils sont dessinés dans les figures 35, 36, 42, etc., aussi n'ai-je pas cru nécessaire de les représenter à nouveau. Les coupes longitudinales sont, en général, semblables à celles de la figure 24, car leurs seules différences portent sur leur plus ou moins de longueur, suivant

qu'elles ont passé par l'axe médian ou par les côtés de l'embryon. Toutes ces coupes, longitudinales et transversales, montrent avec la plus grande évidence que la gastrula est seulement constituée de deux feuillets, et qu'elle ne possède pas encore de cellules mésodermiques semblables à celles que l'on trouve si souvent chez les gastrula des Mollusques, chez celle des Planorbes, par exemple, si bien décrite dans la belle étude de Rabl (1). Cette différence entre la gastrula des Chitons et celle des Planorbes correspond à celle qui existe entre les œufs de ces deux genres de Mollusques. Tandis que les œufs de Planorbes contiennent une quantité considérable de vitellus nutritif, ceux des Chitons en renferment beaucoup moins; il y a déjà dès le stade huit, chez les Planorbes, une grande différence entre les sphères de segmentation; les sphères supérieures diffèrent notablement des inférieures, et cette dissemblance est encore davantage accentuée lorsqu'il apparaît huit petites sphères supérieures, alors que les inférieures, remplies de vitellus nutritif, persistent au nombre de quatre.

Chez les Chitons, comme nous l'avons déjà dit plus haut, les huit premières sphères sont à peu près semblables, mais la principale différence porte sur le mésoderme qui, à des stades correspondants, existe déjà depuis longtemps chez les Planorbes et les Néritines, tandis qu'il n'est pas encore formé chez les Chitons. La comparaison de cette gastrula avec celle des Planorbes et des Planaires présente donc quelques difficultés.

Le stade représenté entier par la figure 18 et coupé dans la figure 19 me donne l'occasion de dire quelques mots des grandes cellules *bb*; dans le cas où elles sont disposées sur deux rangées, elles rappellent les cellules du voile, qui apparaît beaucoup avant la complète formation de la gastrula. Si ma supposition, que les cellules *bb* forment le voile, est juste, et elle me paraît bien vraisemblable, on pourrait alors suivre, depuis les premiers processus de la segmentation, l'apparition et le développement des différentes régions de la gastrula. Les cellules *b* des figures 5 9, et 12, donnent naissance aux cellules *gg* des figures 12 et suivantes. Ces cellules *gg* se multiplient, et produisent une région ectodermique entourée des cellules *bb* qui constitueront le voile ; ce sera là la tête de la larve, la partie antérieure de l'embryon séparée de la partie postérieure par le voile. Les cellules *c*, *e*, dont nous avons signalé la première apparition dans les stades représentés par les figures 7, 8, etc., formeront l'ectoderme des parties latérales du corps situées en arrière du voile, et enfin les cellules *a*, *a*, avec les cellules *h*, *h*, qui en dérivent, produiront l'endoderme et le mésoderme. Je comprends fort bien que de nouvelles observations sont encore nécessaires sur ce sujet, observations faites sur des œufs plus commodes pour l'étude à l'état frais ; mais je crois cependant

(1) Carl Rabl. *Ueber die Entwicklung der Tellerschnecke*, p. 585 et suiv., pl. XXXVIII.

utile de mentionner ces considérations, d'autant plus qu'une pareille apparition précoce des cellules du voile a été déjà indiquée par Blochmann dans son excellent travail sur la Néritine. Chez la Néritine, les jeunes cellules du voile ont un aspect particulier qui permet de les reconnaître depuis leur apparition ; cet aspect est dû à la présence de corpuscules clairs, les « hellen körnchen » de Blochmann (1). Il me paraît cependant que cet auteur ne fait pas dériver ces cellules des quatre premières sphères blastodermiques, contrairement à ce qu'il en est chez le Chiton ; je ne veux pas à ce propos discuter la justesse des observations de M. Blochmann, d'autant plus que les miennes sont si imparfaites sur ce point ; je tiens seulement à constater la différence.

II

FORMATION DE L'ŒSOPHAGE ET DU MÉSODERME

Le premier changement que j'ai observé chez les gastrula a été, d'un côté, leur allongement général, et d'un autre, l'épaississement du pourtour du blastopore ; la figure 25 représente une coupe longitudinale d'un pareil stade. La grande cellule endodermique *m*, dont le nucléus se prépare à une division, est ici plus particulièrement intéressante ; la cellule suivante *m'* paraît se détacher de la couche endodermique pour pénétrer entre celle-ci et l'ectoderme, mais cependant son extrémité placée entre les cellules *m* et *e* atteint encore la cavité gastrique. Les autres cellules forment une couche régulière. Les cellules *a* et *a'* sont ectodermiques, et diffèrent jusqu'à un certain point des cellules endodermiques, en ce que le contenu de celles-ci est un peu plus granuleux ; quant aux cellules *a''*, je ne puis dire avec assurance si elles sont endodermiques ou ectodermiques. Parmi ces dernières, on peut distinguer encore les deux cellules droite et gauche *v*, qu'on reconnaît aisément à la grosseur de leur nucléus ; nous les avons déjà vues, sur la coupe représentée par la figure 24, ayant encore conservé, mais d'un côté seulement de la larve, leurs cils vibratiles ; ce sont les cellules qui forment le voile des larves de Chiton.

Tandis que la figure 25 représente une coupe longitudinale médiane de la larve, la figure 26 montre une coupe longitudinale latérale ; le blastopore n'est alors plus visible, mais il ne doit pas être trop éloigné de l'endroit par lequel la coupe a passé, car les cellules endodermiques inférieures ne sont pas complètement réunies. Comme les coupes des figures 25 et 26 ont été faites

---

(1) *Loc. cit.*, p. 157, fig. 44 à 54.

dans les mêmes directions, la cellule *m'* de l'une correspond à la cellule *m'* de l'autre, et de plus, en comparant leur position dans les deux figures, il me semble qu'elles ne constituent qu'une seule et même cellule qui serait déjà une cellule mésodermique; car les deux coupes représentées ont été successives et détachées de la même larve ; c'est sans doute à cause de cela que la cellule *m* de la figure 26 ne possède pas de nucléus. Si mes suppositions sont justes, la cellule *m'* ne serait pas encore complètement dépourvue de relations avec la cavité gastrulaire.

J'ai encore effectué, sur l'embryon parvenu à ce stade, quelques coupes longitudinales et horizontales (frontales) ; une de ces coupes est reproduite dans la figure 27. Cette coupe est intéressante en ce sens qu'elle montre les grandes cellules *m m* limitant une extrémité de la couche endodermique ; sur le côté droit, il existe encore une cellule *m'* dont la base est considérablement allongée dans la direction des cellules ectodermiques. — J'ai également réussi (fig. 28) à faire, dans un embryon plus avancé, une coupe longitudinale passant par le blastopore ; celui-ci n'est plus alors central, il est rejeté par côté, et le côté droit (dorsal) de son pourtour est devenu plus large. En outre, une des grandes cellules endodermiques *m* est presque entièrement recouverte par ses voisines, et un peu plus haut est située une petite cellule *m'* qui renferme un corps central, probablement un nucléus ; cette petite cellule est, comme *m'* de la figure 26, séparée de la cavité centrale, et si ce n'est pas une extrémité d'une cellule quelconque, on devra la considérer comme une cellule mésodermique. La cellule *m''* paraît être encore une cellule endodermique, du moins si l'on en juge d'après son nucléus très nettement délimité ; les autres cellules *a* et *a'*, qui bordent le blastopore, appartiennent indubitablement à l'ectoderme ; les cellules qui constituent le voile étaient nettement visibles sur cette préparation.

La figure 29 représente une coupe d'un embryon encore plus avancé ; le blastopore est maintenant très dévié vers la face ventrale, et il commence à se former en arrière une région du corps qui n'existait pas auparavant. Les cellules ectodermiques *a* et *a'* qui entouraient (fig. 28) le bord extérieur du blastopore sont ici assez enfoncées dans la cavité gastrulaire ; tout en dehors d'elles, des cellules ectodermiques limitent un canal qui fait communiquer la cavité interne de la gastrula avec l'extérieur. Ce canal est purement ectodermique, et il s'est formé pendant le déplacement du blastopore depuis l'extrémité postérieure jusqu'à la face ventrale de l'embryon.

Les stades suivants offrent deux phénomènes prédominants dans la transformation de la larve ; d'un côté, elle s'allonge, et d'un autre, le blastopore s'éloigne toujours davantage de l'extrémité postérieure de l'embryon pour se rapprocher de la partie postérieure du voile. Les figures 30, 31, et suivantes jusqu'à 37, mon-

trent ces stades, soit en entier, soit sur des coupes effectuées suivant des directions différentes.

La figure 30 montre, représenté de face, un embryon âgé d'environ dix heures, traité par l'acide acétique et éclairci par la glycérine ; on y voit très bien le ruban formé par le voile, qui divise l'embryon en deux parties égales, l'une antérieure et l'autre postérieure. Le blastopore, pas encore bien éloigné de la région terminale, est placé dans la région postérieure ; il est limité, à droite et à gauche, par des rebords assez saillants ; mais je ne saurais dire avec assurance si en avant, dans la direction du voile, il existe ou non un sillon. La figure 31 montre ce même embryon vu de profil, semblable à une gastrula allongée, dont la face postérieure, portant le blastopore, est assez recourbée. Les figures suivantes (32, etc.) représentent des coupes des embryons de cet âge, préalablement durcis dans l'acide chromique et colorés.

La coupe (fig. 32), tout à fait superficielle, passe par l'extrémité postérieure de l'embryon, et son seul intérêt consiste à démontrer que le blastopore n'existe pas dans cette région. La coupe suivante (fig. 33) est un peu plus antérieure ; la face ventrale montre alors un enfoncement *s* bien profond, et en dedans de la couche cellulaire périphérique sont placées de chaque côté une ou deux cellules *m* ; le noyau de l'une de ces cellules est bien net, mais je n'ai vu dans l'autre qu'une masse granuleuse. Une coupe, suivant immédiatement celle-ci, et par conséquent encore un peu plus éloignée de l'extrémité postérieure, est représentée par la figure 34 ; le blastopore, béant, débouche dans la cavité gastrique de l'embryon, et le fait que cette coupe (fig. 34) succède à celle de la figure 33 indique que le sillon *s* de celle-ci est un enfoncement ectodermique conduisant au blastopore. — Les faits principaux offerts par les deux coupes des figures 33 et 34 résident surtout dans les cellules mésodermiques *m m* ; elles sont réunies intimement avec l'endoderme, et quelques-unes d'entre elles, *m'*, semblent intercalées entre les cellules endodermiques. Je n'ai pu compter bien nettement le nombre des cellules mésodermiques, car elles se confondaient avec la base de leurs voisines ; j'ai cependant reconnu plusieurs noyaux, et, de plus, une certaine indication des contours cellulaires qui m'autorise à les représenter sur la figure.

La figure 35 est un dessin de la coupe immédiatement consécutive ; les contours et les noyaux des cellules y sont d'une netteté parfaite. On n'y voit seulement que les deux rangées de cellules ectodermiques et endodermiques ; l'absence de cellules mésodermiques démontre qu'elles sont seulement situées en arrière, tout autour du blastopore. La partie inférieure de la coupe, un peu aplatie, offre l'indice d'un sillon peu profond ; comme toutes les coupes, depuis la figure 33, sont orientées suivant la même direction, on peut admettre que cet aplatissement correspond à un prolongement antérieur du pour-

tour du blastopore, de même que le sillon *s* (fig. 33) en est un prolongement postérieur ; même, chez les *Chiton Polii* de Sébastopol, cet aplatissement antérieur présente mieux encore la forme d'un sillon, et ses bords sont relevés verticalement. En résumé, la face inférieure ou ventrale de l'embryon est traversée par un sillon dont le blastopore occupe le milieu.

La figure 36 représente une coupe plus éloignée encore de l'extrémité postérieure de l'embryon et passant par les grandes cellules du voile ; celles-ci sont bien nettes sur les côtés de la figure ; mais, comme la coupe est un peu oblique, la face dorsale est encore occupée par les cellules ordinaires de l'ectoderme. L'endoderme est constitué par huit cellules très grandes, dont quelques-unes sont en voie de division.

J'ai fait de nombreuses coupes au travers des embryons parvenus à ce stade, mais comme il est difficile de déterminer l'orientation exacte, ces coupes sont en général peu instructives ; cependant celle représentée par la figure 37 est réussie et fournit quelques éclaircissements sur la disposition des cellules. Pour bien comprendre l'orientation de cette coupe, il faut la rapporter au dessin général de la figure 31 ; la coupe, passant par le blastopore et les cellules du voile, est ainsi oblique au grand axe du corps de l'embryon. Tout autour du blastopore, dans le repli formé par les feuillets ectodermique et endodermique qui se joignent, sont placées les cellules mésodermiques *m*, que nous avons déjà rencontrées sur les coupes transversales du même stade.

En comparant toutes les figures depuis la figure 28 jusqu'à la figure 39 et suivant leur série, on peut affirmer que le mésoderme dérive de l'endoderme, qu'il apparaît vers le pourtour même du blastopore, et qu'il est constitué par quelques cellules symétriquement placées de chaque côté de l'endoderme ; cette position symétrique est démontrée par les coupes transversales des figures 33 et 34, et aussi par la coupe longitudinale *médiane* de la figure 29, qui ne présente aucune trace de cellules mésodermiques. La coupe précédente, de la figure 28, me paraît être un peu oblique, puisqu'elle passe par les cellules latérales qui donnent naissance au mésoderme.

Nous arrivons maintenant aux stades de formation définitive de l'embryon ; ces stades sont caractérisés par le changement de position du blastopore et l'apparition du sac œsophago-radulaire. J'ai représenté par les figures 38 et 39 deux embryons entiers ; chez le premier, le blastopore est encore bien rapproché de l'extrémité postérieure de l'embryon ; chez le second, le blastopore en est davantage éloigné, et se rapproche de la base du voile. Je possède un grand nombre de coupes longitudinales et transversales de ces stades, mais leurs directions

sont difficiles à déterminer, et l'on ne peut guère mener une coupe à la fois par le blastopore et l'axe médian du corps, elles sont le plus souvent déviées à droite ou à gauche ; je choisis parmi mes préparations les mieux réussies :

La figure 40 montre une coupe de l'embryon, âgé de douze heures, représenté par la figure 38. La cavité gastrulaire est encore tapissée par de grandes cellules ; parmi elles s'en trouve une plus volumineuse, *c*, qui correspond sans doute à la cellule *c* de la figure 29 ; la bouche est bien éloignée de l'extrémité postérieure, et cependant l'embryon est du même âge que celui dessiné dans la figure 38 ; l'œsophage est un tube de vaste calibre largement ouvert dans la cavité intestinale limitée par l'endoderme. La coupe de l'embryon (fig. 39) âgé de quatorze à quatorze heures et demie, est représentée par la figure 41, coupe également longitudinale et médiane. A en juger d'après l'aspect de cette coupe, l'extrémité postérieure de l'embryon est plus allongée et amincie, l'ouverture buccale est plus petite; la forme du canal œsophagien est un peu différente, car il s'est aplati et divisé en deux cœcums placés en avant et en arrière du milieu de l'ouverture buccale. Cette modification de l'œsophage pourrait bien être une conséquence de l'allongement et de l'aplatissement de l'embryon ; je n'ai pu voir, sur cette coupe de la figure 41, de communication entre le canal œsophagien et la cavité intestinale, mais cette communicacation existe sans aucun doute, puisque les coupes transversales d'embryons du même stade la montrent parfaitement.

La figure 42 montre une coupe transversale de l'embryon représenté par la figure 39 ; cette coupe passe par la région antérieure du corps de l'embryon, mais elle est un peu oblique puisqu'elle n'a pas affecté le voile entier ; elle ne présente que deux feuillets cellulaires très nettement circonscrits. La coupe suivante (fig. 43) passe par l'extrémité antérieure du canal œsophagien ; aussi en voit-on seulement la paroi sans en voir la cavité ; sur chacune des faces latérales externes de ce canal sont immédiatement appliquées trois cellules mésodermiques *m*, qui montent jusqu'à la hauteur des cellules du voile. La coupe de la figure 44 est plus éloignée encore de l'extrémité antérieure de l'embryon, et traverse la cavité même du tube œsophagien ; toutes les autres parties sont disposées conformément à ce qu'elles sont dans la coupe précédente. Il en est de même pour la figure 45 ; seulement la coupe a passé par les deux ouvertures de l'œsophage, par l'ouverture externe qui communique avec l'extérieur (bouche), et par l'ouverture interne qui communique avec la cavité intestinale. La coupe suivante (fig. 46) a traversé le corps de l'embryon en arrière de la bouche, et a passé par le prolongement postérieur du canal œsophagien.

En comparant ces coupes avec les embryons représentés par les figures 39 et 40, je pense que la première (fig. 42) est conduite de manière à passer entre le voile et l'extrémité antérieure du corps ; les cellules *v* appartiennent à la partie dor-

sale du voile. Je ne puis expliquer bien nettement la direction des autres coupes ; mais comme l'ouverture du tube œsophagien dans l'intestin médian est placée en avant du voile ou à la même hauteur, je crois que la coupe de la figure 45 a été menée obliquement, à peu près suivant la direction des lettres *b e* de la figure 41.

Je vois bien que mes dessins de coupes transversales et longitudinales ne se correspondent pas complètement ; mais cela dépend, d'un côté, de la difficulté de préciser l'orientation des coupes, et d'un autre côté, de ce que les embryons du même âge ne sont pas tous parvenus au même degré de développement. On trouve toujours des œufs précoces et d'autres retardaires ; ces différences sont facilement explicables chez les *Chiton Polii*, par les différences des conditions nécessaires au développement des œufs. Les *Chiton Polii* après avoir pondu, portent encore leurs œufs pendant deux ou trois jours dans leur cavité branchiale, où l'eau est constamment renouvelée ; lorsqu'on conserve des Chitons dans des aquarium, on est obligé de changer l'eau et alors les individus, dérangés sans doute, rejettent leurs pelotons d'ovules. Parmi ces œufs, ceux qui sont placés sur le pourtour du peloton, et sont ainsi en contact immédiat avec l'eau ambiante, se développent plus vite ; les autres, situés davantage en dedans, évoluent plus lentement ou même ne se développent pas du tout. Cette particularité explique les dissemblances qui existent entre des embryons du même âge.

La figure 47 représente un embryon de seize ou dix-huit heures ; l'ouverture buccale est à peu près invisible ; on la devine, d'après la direction du tube œsophagien, plutôt qu'on ne la reconnaît. Les figures 48, 49 et 50 montrent trois coupes transversales de ce stade ; les coupes tout-à-fait antérieures ne montrent que deux feuillets disposés de la même manière que dans la figure 42, avec cette différence cependant que les cellules sont plus petites et plus nombreuses. La coupe de la figure 48 passe par l'ouverture buccale, nettement visible, mais très rétrécie ; les relations déjà signalées existent encore ici, mais les cellules mésodermiques y sont groupées d'une manière caractéristique et propre à bien faire comprendre les stades les plus avancés ; elles sont disposées en deux groupes situés de chaque côté de l'œsophage et recouverts en dessus par les moitiés latérales de l'intestin. La coupe de la figure 49 est à peu près semblable ; seulement, au lieu de passer par l'ouverture buccale, elle traverse verticalement le canal œsophagien. Dans la figure 50, qui représente une coupe de l'extrémité postérieure du corps de l'embryon, le mésoderme est bien développé. On peut encore remarquer sur ces trois coupes que l'ectoderme de la face inférieure de l'embryon est composé de nombreuses cellules, dont les noyaux sont disposés en plusieurs séries, se multiplient, et s'enfoncent parfois légèrement dans les parties profondes de l'ectoderme.

III.

FORMATION DU SYSTÈME NERVEUX ET DE LA GLANDE PÉDIEUSE.

Les stades que je vais maintenant décrire ne paraissent différer en rien de ceux décrits en dernier lieu, si l'on s'en tient uniquement à leurs aspects extérieurs; les seuls changements consistent, en effet, en des transformations internes des feuillets, et ne modifient pas la forme générale; les coupes longitudinales et transversales sont alors de toute nécessité. Je décrirai ces stades d'après les embryons des *Chiton Polii* de Sébastopol, car les coupes que j'en possède sont plus lisibles.

Les figures 51 et 52 montrent deux coupes longitudinales, qui indiquent déjà les modifications intérieures de la structure des embryons; en comparant la première de ces figures (fig. 51) avec les figures 40 et 41, on constate entre elles une grande différence. Dans celle-là (fig. 51), la partie antérieure du corps, depuis l'extrémité terminale jusqu'au voile, est plus aplatie et plus large, tandis que la région postérieure est davantage allongée; le voile est constitué par deux rangées de cellules volumineuses munies de grands noyaux. La partie antérieure de l'intestin est constituée par un grand sac œsophagien qui porte un prolongement postérieur, le sac de la radula *sr;* ce sac est mis en communication par un canal étroit avec la bouche, visible seulement sur les coupes; par contre, la communication de l'œsophage avec l'intestin médian est très large, et ce dernier prolongé jusque dans l'extrémité postérieure du corps, s'y applique immédiatement contre l'ectoderme.

C'est à ce stade du développement de l'embryon que j'ai rencontré les premières traces de la formation d'une glande, dont l'étude m'a coûté beaucoup de travail et m'a souvent conduit à des erreurs; même aujourd'hui, je ne saisis pas encore très bien le mode de développement de cette glande, ni le sort qui lui est réservé. Aussi, je présenterai les faits comme je les ai déchiffrés sur mes préparations en m'abstenant de toute hypothèse; cependant, comme il est assez peu commode de décrire un organe sans le nommer, je l'appellerai glande pédieuse, en convenant bien toutefois que je n'entends nullement attribuer par là à cet organe une signification physiologique quelconque. Sur la coupe représentée par la figure 51, on voit, au-dessous de la bouche et allant vers le sac de la radula, un corps nettement limité et composé d'un petit nombre de cellules; en faisant varier

le foyer de l'objectif, on observe dans son intérieur une petite cavité qui se dirige vers le dehors en se rétrécissant à mesure, et paraît se perdre entre les cellules ectodermiques; ce corps est donc en relation avec l'ectoderme, et semble être un simple enfoncement de celui-ci.

La figure 52 montre, très bien réussie, une portion de coupe longitudinale immédiatement successive à celle de la figure 51, et passant également par cette glande, mais, comme elle n'est plus tout-à-fait médiane, elle n'a pas traversé l'ouverture buccale; l'enfoncement ectodermique qui constitue la glande est ici extrêmement net, et on peut suivre sa petite cavité interne presque jusqu'à la surface de l'embryon. Les cellules mésodermiques sont disséminées tout autour de la glande, et, sous l'intestin, le long de la partie inférieure de la cavité du corps, jusqu'à l'extrémité postérieure; il en existe aussi en petit nombre sur la face dorsale de l'intestin et en avant de l'œsophage. Chez tous les embryons parvenus à ce stade, on observe, au-dessous de l'intestin et en arrière du sac radulaire et de la glande pédieuse, une cavité assez vaste, *c*, très constante, et toujours placée de la même manière aussi bien sur les larves de ce stade que sur celles des stades suivants; seulement, cette cavité est parfois tout-à-fait vide, tandis que, dans d'autres cas, elle renferme des traînées et des filaments fournis, sans doute, par une substance albumineuse coagulée par l'action des réactifs acides.

La coupe représentée par la figure 53 a été effectuée sur un embryon un peu plus âgé; elle est dirigée dans le même sens que les deux coupes précédentes, mais elle est un peu déviée, puisqu'on n'y voit pas la réunion de la cavité œsophagienne avec celle de l'intestin. La glande pédieuse est davantage développée; elle n'est plus constituée seulement par un sac à parois simples, mais bien par un amas cellulaire renfermant une petite fente qui se dirige vers l'extérieur et débouche au-dehors en dessous de l'ouverture buccale. La figure 54 montre, à un plus fort grossissement, la structure de cette glande prise sur une coupe voisine, un peu latérale; on y remarque des cellules assez nombreuses et quelques noyaux granuleux disséminés; les cellules renferment une certaine quantité de granulations constituées par de la matière grasse, du moins si l'on en juge d'après leur propriété de dévier les rayons lumineux; le petit conduit de la glande s'ouvre à l'extérieur. On voit que, à ce stade, la glande, alors tout-à fait séparée de l'ectoderme, est placée dans la cavité du corps.

J'ai également fait un grand nombre de coupes transversales sur les embryons parvenus à ces stades; j'ai choisi parmi elles les mieux réussies, et je les ai dessinées (fig. 55 à 60); pour bien comprendre leur orientation, il faut les rapporter aux coupes longitudinales des figures 51 et 53. La coupe de la figure 55, pratiquée sur un embryon semblable à celui de la figure 53, passe immédiatement en avant du voile; l'ectoderme est composé de cellules cylindriques, *c l*, à noyaux voisins de la

superficie, retirées vers le milieu et élargies vers leur base pour se rattacher à la ligne qui indique la limite profonde de l'ectoderme ; cette ligne ne forme pas une véritable membrane, mais elle est cependant bien nette. La partie extérieure de ces cellules est remplie par un protoplasma granuleux, la partie médiane par un protoplasma hyalin, et la région profonde par de petits corpuscules arrondis. Parmi les cellules ectodermiques, certaines, *c*, placées vers le milieu des côtés du corps de l'embryon, sont d'une structure différente ; leur protoplasma, clair et hyalin, ne renferme aucune trace de ces corpuscules graisseux arrondis qui remplissent la majeure partie des autres ; elles sont plus nombreuses vers le point où apparaissent les premiers rudiments du système nerveux, mais je ne saurais dire si elles prennent part à cette formation. Sur chacun des côtés du corps, à droite et à gauche, est placé un groupe de cellules ectodermiques, *n*, dont l'aspect indique qu'il se produit là un refoulement de l'ectoderme vers l'intérieur ; ces refoulements sont en réalité des épaississements de l'ectoderme constitués chacun par un groupe de nucléi entourés par une petite quantité de protoplasma. Je ne puis indiquer l'origine de ces nucléi ; j'ai cru auparavant que certaines cellules *c* s'enfonçaient dans l'ectoderme pour former les cellules *n*, mais ces dernières sont plus petites que les cellules *c* ; celles-ci renferment un protoplasma volumineux, tandis que les cellules *n* sont presque réduites à leur noyau. Nous verrons plus tard que les cellules *n* sont les premières traces du système nerveux.

Dans l'intérieur de la coupe est placé l'œsophage, dont les cellules cylindriques contiennent dans leur région profonde un protoplasma granuleux fortement coloré par le carmin, et dans leur région externe les petits corpuscules arrondis déjà signalés ; le milieu de la cellule est occupé par un nucléus d'assez grande dimension. Au dessus de l'œsophage est placé l'intestin dont la coupe a l'aspect d'un demi-cercle ; ses cellules renferment des noyaux bien nets, et leur protoplasma est rempli de corpuscules ronds semblables à ceux qui abondent dans la région profonde des cellules ectodermiques ; seulement, ces corpuscules paraissent être plus gros dans l'endoderme que dans l'ectoderme. Il manque une cellule dans le milieu de la face inférieure de l'intestin ; cette absence correspond à l'ouverture de communication, représentée sur la figure 51, établie entre l'œsophage et l'intestin.

Le mésoderme, bien développé, est constitué par deux couches cellulaires distinctes ; l'une d'elles, *m o*, entoure directement l'œsophage, et l'autre, *mp*, s'attache plus intimement encore aux parois du corps ; entre ces deux couches est située une cavité nettement circonscrite. Les couches mésodermiques sont réunies en haut et en bas ; elles forment ainsi en haut une traînée cellulaire qui entoure l'intestin en s'insérant entre l'ectoderme et l'endoderme. Le protoplasma des cellules du mésoderme est plus granuleux que celui des deux autres feuillets blastodermiques ; les corpuscules arrondis y sont répartis uniformément dans la cellule entière, au lieu

d'être localisés dans la région profonde de ces cellules comme pour l'ectoderme ou répandus partout en assez grande quantité comme dans l'endoderme.

La coupe suivante (fig. 56) passe par le voile et la courbure de l'œsophage, de telle manière que celui-ci est traversé en deux endroits. La couche ectodermique est constituée en entier par les cellules du voile dont la structure particulière a été décrite plus haut (fig. 52, *v*) ; vers l'œsophage sont situés deux petits groupes de cellules, *n* et *n'*, qu'il est assez difficile d'apercevoir, mais où il est possible cependant de compter deux cellules *n* et trois *n'*. Tous les autres organes internes offrent la même disposition que sur la coupe précédente, sauf cependant l'œsophage qui, par suite de la courbure représentée sur la figure 53, est coupé en deux points ; cet œsophage devait être plus grand que celui de l'individu de la figure 53. Les cellules mésodermiques entourent une cavité aussi nette que celle de la fig. 55 ; je possède un grand nombre de coupes de ces stades, et sur toutes on peut distinguer aisément la cavité et les feuillets qui la limitent ; aussi est-il permis d'affirmer que cet aspect est naturel et n'est pas causé par une rupture. Cette cavité, comprise entre les deux feuillets du mésoderme, est bien la cavité du corps, et sa position nous autorise à la comparer à celle des Annelés et des Vertébrés; cette supposition est sans doute vraisemblable, nous la discuterons après l'examen de toutes les coupes qui ont trait à cette période du développement.

La coupe qui suit celle représentée par la figure 56 devait passer par la bouche, mais elle n'a pas été réussie ; quant aux coupes pratiquées sur d'autres individus et passant par la bouche, elles ne m'ont rien offert de bien important, aussi j'aborde de suite l'étude des coupes menées en arrière de la bouche ; bien que celle représentée (fig. 57) ne soit pas trop réussie, on peut y distinguer assez nettement les relations des organes.

La forme du corps n'est plus semblable à ce qu'elle est en avant de la bouche, la coupe montre qu'il est aplati et même un peu excavé en bas, échancré sur les côtés; dans l'ectoderme et formées à ses dépens sont placées, de chaque côté de la ligne médiane, deux paires d'épaississements *n* et *n'*, constitués chacun par cinq ou six noyaux entourés par une petite quantité de protoplasma, mais où je n'ai pu distinguer les parois cellulaires. En outre, un volumineux prolongement de l'ectoderme, *g*, s'enfonce dans la cavité du corps ; ce prolongement est un corps symétrique, bilobé, dont les cellules sont orientées de la même façon que celles de l'ectoderme ; je crois que ce corps correspond à l'enfoncement *g* des figures 51 et 53, et par conséquent à la glande pédieuse. Entre la glande *g* et l'intestin *en* est située la coupe de l'extrémité postérieure du sac radulaire *sr*. On remarque, sur la face dorsale médiane de l'intestin, une cavité *q* limitée en haut par deux cellules mésodermiques et en bas par trois cellules endodermiques dont l'une est médiane et dont les deux autres sont latérales. Le mésoderme est constitué de la

même manière que celui de la coupe suivante (fig. 58) ; aussi, j'ai cru utile de ne pas le représenter pour rendre le dessin plus compréhensible.

La coupe de la figure 58 diffère de la précédente par l'absence du sac radulaire et par l'aspect de la glande *g* dont l'extrémité postérieure, traversée par la coupe, est complètement indépendante de l'ectoderme. Entre cette glande, l'intestin et la couche mésodermique externe, est interposée des deux côtés la cavité générale du corps, *c* ; vers la gauche, une ligne divise les cellules mésodermiques en deux couches, dont l'une est appliquée contre l'intestin et l'autre contre la paroi du corps. La structure des troncs *nn* est très-instructive ; on voit, dans l'ectoderme de la face ventrale du corps, des noyaux disposés assez irrégulièrement, mais dont quelques-uns cependant forment deux traînées qui convergent vers les troncs *n n*, où ils paraissent rassemblés en plus grand nombre ; les troncs *n' n'* n'offrent rien de particulier.

La coupe suivante (fig. 59) passe, dans la région postérieure du corps de l'embryon, à travers la cavité *c* des figures 51 et 53 ; il n'y a plus là ni sac radulaire, ni glande *g*, mais seulement la cavité du corps *c*. Cette coupe est intéressante à cause du développement extraordinaire pris par les troncs *n n*, et la présence d'une cellule *n''* que je n'ai trouvée dans cette position qu'une seule fois. Il existe encore à la face dorsale de l'intestin une cavité triangulaire dont la base est formée par deux cellules endodermiques.

Une coupe de l'extrémité postérieure du même embryon est dessinée dans la figure 60 ; l'intérêt de cette coupe réside dans l'épaisseur de la couche ectodermique et l'abondance des noyaux qui abandonnent la périphérie pour pénétrer plus profondément. Il semble vraiment que ces noyaux se groupent et se condensent en plus grand nombre dans de certaines régions pour y former les troncs pédieux *n n* et les troncs latéraux *n' n'* ; il existe encore ici une cellule *n'''* dorsale entourée de plusieurs noyaux qui se dirigent vers elle. Le mésoderme forme de chaque côté une masse cellulaire compacte ; on y distingue pourtant une ligne *l* qui le divise en deux couches, dont l'une est plus intimement liée à l'intestin et l'autre à l'ectoderme.

En comparant entre elles les six coupes transversales que je viens de décrire et les coupes longitudinales des figures 51 et 53, on voit que les embryons des Chitons possèdent une cavité générale du corps, unique dans sa moitié postérieure, divisée en avant en deux canaux latéraux (fig. 55, 56, 58), et peut-être aussi tout à fait en arrière si la fente *l* de la figure 60 n'est pas une différenciation purement histologique. L'étude de ces coupes nous conduit, comme résultats principaux, à admettre l'existence de quatre épaississements d'origine ectodermique, *n*, *n'*, contenus tout le long du corps, et qui sont évidemment, comme je vais le démontrer, la première apparition des troncs nerveux pédieux et latéraux. La figure 56 dé-

montre en outre que les troncs, *n* et *n'*, disposés des deux côtés, en avant et en arrière, du voile, sont réunis entre eux.

Les coupes des embryons plus avancés présentent à peu près les mêmes relations que celles longuement étudiées ci-dessus ; j'ai seulement figuré deux d'entre elles. Sur l'une (fig. 61), les troncs nerveux *n* et *n'* sont tout-à-fait distincts de l'ectoderme, mais ils ne sont pas encore enveloppés par le mésoderme ; ils sont placés sur la limite même de ces deux feuillets, et leur position est telle que l'observation de ce stade seul pourrait faire admettre qu'ils sont formés par le mésoderme. Mais l'examen des stades antérieurs a démontré que cette position est secondaire, que les troncs nerveux ont apparu dès l'abord dans l'ectoderme, et que plus tard seulement ils se sont enfoncés dans le mésoderme ; sur la figure 61, les troncs pédieux sont davantage entourés par le mésoderme que les troncs latéraux, mais ils ne sont pas encore complètement séparés de l'ectoderme. La glande pédieuse, complètement différenciée, commence à fonctionner ; dans son intérieur est située une masse muqueuse, fortement colorée par le carmin, qui est sans doute la sécrétion même de la glande ; des épanchements de cette substance sont engagés, comme autant de coins, entre les cellules glandulaires. Les autres organes de l'embryon, le sac radulaire et l'intestin, n'offrent rien de particulier.

Sur quelques coupes de la région où apparaît la glande pédieuse (fig. 57), il m'a été donné parfois de remarquer que les troncs nerveux, et même dans certains cas des troncs déjà bien constitués, sont entourés par les cellules latérales de la glande. Cet aspect, qui existe chez les *Chiton Polii* de Marseille, m'avait conduit à admettre que les troncs nerveux étaient formés par les cellules de la glande pédieuse ; d'un autre côté, je croyais aussi que cette dernière était en relation immédiate avec l'œsophage, lors de sa formation; ces deux fautes m'avaient amené à une série de malentendus, qui se sont glissés dans mes premières communications sur le développement des Chitons adressées au *Zoologischer Anzeiger* de 1880.

On peut observer sur la coupe de la figure 62, pratiquée chez un embryon un peu plus âgé, que les troncs nerveux sont tout-à-fait séparés de l'ectoderme, et placés dans la cavité du corps où ils sont entourés de toutes parts par le mésoderme : c'est là leur position définitive. La quantité de substance sécrétée par la glande pédieuse paraît avoir augmenté ; le nombre des globules renfermés dans les cellules est encore plus considérable, et la glande elle-même présente une certaine disposition symétrique. Les autres organes n'offrent rien d'intéressant ; je dois cependant mentionner ce fait que la bouche est parfaitement nette sur les coupes qui passent par le voile, ce qui démontre que, jusqu'à ce stade, elle n'est pas fermée.

Ce stade termine la série des processus embryonnaires proprement dits ; car les organes de la larve, dont nous allons commencer l'étude, sont complets. La figure 63 représente la coupe longitudinale d'une jeune larve qui n'a pas encore rompu ses enveloppes ovulaires ; cette larve, comme tous les embryons encore renfermés dans leurs enveloppes, était légèrement recourbée sur elle-même ; la coupe que j'en ai dessinée est un peu latérale, puisqu'elle a à peine affecté la bouche et l'ouverture de la glande pédieuse. On voyait nettement ces deux ouvertures, bien distinctes l'une de l'autre, sur une coupe voisine, mais trop mauvaise pour que je la représente. Tous les principaux organes de la larve errante sont bien visibles déjà ; le feuillet ectodermique est très différencié, et toute la partie placée au-devant du voile est relativement moins développée que dans les stades embryonnaires. Les cellules de cette région antérieure, qui recouvre pour ainsi dire la tête de la larve, sont de diverses sortes ; deux d'entre elles, placées à peu près sur la ligne médiane, grosses et munies d'un grand noyau, portent chacune un bouquet de cils vibratiles, la houppe vibratile antérieure de la larve. Les cellules vibratiles placées entre celles-ci et la région ventrale du voile n'offrent rien de particulier, mais il n'en est pas de même pour celles situées sur la région dorsale ; elles renferment chacune une vacuole volumineuse, qui remplit à elle seule presque toute la partie périphérique de la cellule et surmonte le noyau ; le fond même est constitué par une petite quantité de protoplasma granuleux. Des cellules semblables, munies de vacuoles, existent dans la région postérieure *c* de la larve ; nous verrons plus tard que les bords latéraux de l'embryon en portent également, et que ces cellules sont précisément disposées dans les points où apparaissent les spicules ; on peut donc considérer les vacuoles comme de petits sacs dans lesquels les spicules prennent naissance.

Les cellules du voile, nettement visibles, offrent toujours la structure que j'ai déjà indiquée lorsque j'ai étudié les stades embryonnaires précédents ; entre elles et la région caudale de la larve, la face dorsale de l'ectoderme larvaire plissée, porte six enfoncements bien évidents, et un septième, tout-à-fait terminal, reconnaissable seulement à la proéminence interne formée par les cellules (1,2,3,4,5,6, 7, fig. 63). Toutes ces cellules épithéliales, cylindriques, sont plus longues dans les soulèvements et plus courtes dans les enfoncements ; jusqu'au troisième de ces derniers, la surface interne de l'ectoderme est parfaitement plane, tandis qu'à partir du quatrième un soulèvement interne correspond à chaque dépression extérieure (4,5,6, fig. 63) ; ce soulèvement interne est même le seul indice du pli n° 7. Ces enfoncements correspondent sans doute chacun à une plaque de la coquille dorsale des Chitons ; les spicules ne sont pas encore formés chez la larve parvenue au stade que je décris en ce moment, mais cependant une couche cuticulaire évidente recouvre toute sa face dorsale. Cette cuticule est plus particulièrement

épaisse dans les enfoncements ; il est même possible d'y reconnaître deux couches, l'une externe qui tapisse la face dorsale entière de la larve, et l'autre interne localisée seulement dans les enfoncements.

La face ventrale de la larve est occupée par le pied ; celui-ci, constitué par de longues cellules cylindriques vibratiles dont les noyaux sont disposés vers la périphérie, est étendu de la bouche jusqu'en arrière du corps, vers l'anus. On trouve encore dans le pied et situées plus profondément quelques autres cellules *p*, différentes des premières et plus rares ; j'en ai compté une dizaine au maximum sur une coupe longitudinale du pied. Parmi les organes internes, je dois mentionner dès l'abord les deux ganglions nerveux, le ganglion céphalique ou cérébral *g c* et le ganglion caudal *g b* ; le premier est un corps cellulaire, creusé d'un espace vide et arrondi, dans lequel je n'ai pu reconnaître de portion fibreuse ; le ganglion postérieur *g b*, formé par la réunion des troncs nerveux branchiaux, est encore appliqué contre l'ectoderme par une vaste surface.

Le tube digestif des larves que j'examine est alors composé de l'œsophage muni de son sac radulaire, de l'intestin médian, et peut-être du rectum qui n'est cependant pas visible sur la coupe que je décris. La première partie de l'œsophage est un canal étroit, qui commence immédiatement au-dessous des cellules ventrales du voile, et remonte vers la face dorsale de l'embryon en s'élargissant rapidement ; ses parois deviennent aussi plus épaisses. Les cellules œsophagiennes sont cylindriques, plus ou moins allongées suivant la région, munies d'un nucléus périphérique, c'est-à-dire disposé vers la cavité de l'œsophage ; les noyaux sont entourés par une zone de protoplasma granuleux ; la région profonde des cellules *c o* est tout-à-fait hyaline. La structure et l'aspect des cellules qui constituent la face antérieure de la paroi de l'œsophage sont plus nets qu'ailleurs ; les cellules sont plus petites et plus serrées vers la face postérieure, et même, elles sont disposées sur deux couches en un certain point : c'est par là que débouche le sac radulaire *s r*. Celui-ci apparaît, de même que dans les stades antérieurs, comme un diverticulum de l'œsophage, seulement la coupe de la figure 63 n'étant pas précisément médiane, on n'y peut voir l'ouverture qui fait communiquer la cavité du sac avec celle de l'œsophage. En outre, le canal œsophagien pousse encore, dans la direction de la glande pédieuse, un second refoulement qui, nous le verrons plus tard, se transforme en un organe particulier.

L'intestin médian communique directement avec l'œsophage, et la région où il commence est indiquée par la structure caractéristique de ses cellules. La cellule, marquée *e n* sur la figure 63, est la première véritablement endodermique de l'intestin ; son protoplasma entier est rempli de ces petits globules clairs, si abondants dans toutes les cellules embryonnaires, et qui se conservent davantage avec leurs caractères primitifs dans celles de l'intestin. L'intestin médian se prolonge jusqu'à

l'extrémité postérieure du corps de la larve, et ses cellules, munies de leur grand noyau et de leurs nombreuses vésicules graisseuses, sont toutes semblables entre elles. Un amas très dense de cellules mésodermiques, de forme hexagonale par suite de la compression mutuelle qu'elles exercent les unes sur les autres, entoure la région postérieure de l'intestin et se continue sur la face dorsale; c'est sans doute là le reste des cellules embryonnaires qui doivent former les organes segmentaires, vasculaires et génitaux.

La glande pédieuse est un organe volumineux, de plus grande dimension que le sac radulaire, dont les parois sont constituées par des cellules renfermant de nombreux globules graisseux, et dont la cavité est remplie par la substance sécrétée facilement colorable. On ne distingue pas, chez les larves traitées par l'acide chromique, les noyaux des cellules parmi les globules graisseux, mais il n'en est pas ainsi sur des embryons fixés par l'acide osmique ; les nucléi sont alors bien nets et tels que je les ai dessinés, bien qu'ils ne soient pas très apparents sur la coupe même que j'ai représentée par la figure 63. Le mésoderme est très développé sur la ligne médiane du corps ; on voit une rangée de grandes cellules mésodermiques tout le long de la face interne du pied, un volumineux amas de ces mêmes cellules autour de l'extrémité postérieure de l'intestin, et enfin des traînées cellulaires entre le sac radulaire, l'intestin et la glande sous-œsophagienne.

Dans la région antérieure du corps, entre l'œsophage et l'ectoderme, autour du ganglion cérébral, est situé un groupe de cellules mésodermiques qui ont un autre aspect qu'ailleurs, car elles forment un tissu conjonctif gélatineux qui remplit les interstices entre les organes. On voit également, entre la face dorsale de l'intestin et l'ectoderme, une couche mésodermique interrompue de place en place.

Les figures 64-68 représentent les coupes transversales d'une larve semblable à celle de la figure 63, mais déjà libre. La coupe de la figure 64 a passé par la région antérieure du corps ; elle montre le ganglion céphalique *gc*, étalé comme une large plaque dont la périphérie est de structure cellulaire, tandis que la substance interne est de structure fibrillaire ; au-dessus et au-dessous du ganglion sont placées les parties supérieure et inférieure de l'œsophage. Dans la coupe qui suit immédiatement (fig. 65), on voit les commissures nerveuses *c*, allongées, et renfermant chacune deux taches de substance granuleuse ou fibrillaire qui indiquent leur bifurcation postérieure. L'intérieur de la figure est occupé par l'œsophage, prolongé en bas en un petit diverticulum qui représente le commencement du tube buccal ; il est entouré des deux côtés par une épaisse couche mésodermique, déjà différenciée par places en muscles.

La coupe de la figure 66 passe par le voile, le tube buccal *b*, et la région antérieure de l'intestin médian *en* ; un groupe de cellules disposées assez régulière-

ment, intercalé entre le canal buccal et l'intestin, correspond sans doute à la coupe d'une courbure des parois œsophagiennes, ou peut-être aux cellules mésodermiques qui doivent constituer plus tard les cartilages destinés à soutenir la radula. Les espaces *n*, *n'*, sont les coupes des deux commissures qui réunissent le ganglion snpra-œsophagien aux troncs latéraux et pédieux ; la bouche n'est pas visible ici, mais je l'ai reconnue distinctement sur plusieurs autres coupes de larves.

La figure 67 est pour moi d'un grand intérêt ; la coupe qu'elle représente passe par la région qui fait immédiatement suite à la bouche. On voit de chaque côté, à droite ou à gauche, les cellules *v* caractéristiques du voile ; les troncs nerveux *n* et *n'* sont déjà bien éloignés l'un de l'autre, et la glande pédieuse est située entre les deux troncs pédieux. On remarque ici, pour la première fois, une sorte d'infiltration, entre les cellules ectodermiques du pied, de la substance sécrétée par la glande ; on reconnaît au milieu une traînée plus large que l'on pourrait regarder comme le conduit véritable de la glande ; mais, n'ayant jamais réussi à trouver sur aucune coupe des traces d'un canal allant de la glande à l'extérieur, l'étude de cette figure tend à me faire supposer que la sécrétion parvient au dehors et à travers de petits espaces ménagés entre les cellules de la région antérieure du pied. Un amas cellulaire, placé au-dessus de la glande pédieuse, appartient peut-être à l'œsophage, et plus vraisemblablement encore à cette portion de mésoderme qui doit produire les muscles et les cartilages du sac radulaire *s r*, placé sur cet amas cellulaire et au-dessous de l'intestin médian.

La figure 68 représente une coupe qui passe par la partie moyenne de la larve, dans cette région où se termine le sac radulaire ; cette coupe montre les différenciations subies, suivant les lieux, par les cellules ectodermiques. Au-dessous est le pied, complètement recouvert de cils vibratiles ; au-dessus et sur les côtés, la région *b r*, où doit apparaître la branchie, est également vibratile ; entre ces cellules et celles du pied, il en existe quelques autres dépourvues de cils. Au-dessus de la région branchiale *b r* .et sur les deux côtés de la larve, sont situées plusieurs cellules munies de vacuoles où, ainsi que je l'ai dit plus haut, se forment les spicules ; c'est ainsi que, sur chacune des faces latérales de la larve, dans la partie postérieure du corps (fig. 63, *c*) et en avant du voile (fig. 63, *v a*), sont placées des rangées de cellules munies de vacuoles, et la position de ces cellules correspond bien à celle des spicules des Chitons complètement développés. Chez les Chitons, les bords du corps, les extrémités antérieure et postérieure, sont recouvertes de spicules et de plaques ; chez les Acanthochites, ces régions ne portent seulement que des spicules.

La forme de la larve vivante a été très bien décrite par C. Loven (1) ; nous la

---

Loc. cit., p. 207, fig. 8 et 9.

reproduisons sur les figures 69 et 70. La larve de *Chiton Polii*, représentée par la figure 69, nullement comprimée, vient de sortir à peine des enveloppes ovulaires ; son corps est divisé par le voile *v* en deux moitiés inégales, l'une antérieure et l'autre postérieure ; la première, couverte de cils vibratiles, est terminée par une houppe de cils plus allongés formant une sorte de flagellum. La région postérieure, vue d'en haut, est divisée par six plis en sept régions qui correspondent chacune à une plaque de la coquille des Chitons ; je mets à part la région céphalique située en avant du voile. On aperçoit par transparence, à la hauteur du premier pli, les yeux *a* placés sur la face ventrale ; les cils vibratiles recouvrent l'extrémité postérieure de la larve et les côtés du corps, mais ces derniers ne sont visibles que sur des embryons comprimés, à cause de leur position ventrale. Chez les *Chiton Polii* de Marseille, les cellules situées sur les parties relevées des plis dorsaux, renferment un pigment brunâtre, marron.

La figure 70 montre une larve semblable à celle de la figure 69, mais comprimée ; elle indique la position des spicules, situés sur les côtés de la larve, vers l'extrémité antérieure et l'extrémité postérieure du corps. Ils occupent toute la face dorsale des côtés de la larve, et apparaissent comme de petits bâtonnets *sp*, encore renfermés dans leurs cellules mères sur la figure 70, mais qui ne tardent pas à en sortir et à proéminer à l'extérieur. On a déjà vu, sur les figures 67 et 68, ces cellules mères munies de leurs vacuoles dans lesquelles naissent les spicules; seulement, sur ces préparations dessinées, les spicules ont été dissous par les réactifs et ont disparu sans laisser de traces. Ainsi constituées, les larves de *Chiton Polii* vaguent pendant quelque temps ; ce temps est très variable, car les unes se fixent quelques heures, les autres quelques jours, après leur sortie de l'œuf ; et même, si, peu après le moment de leur fixation, on les détache, elles se remettent à nager au moyen de leur voile et de leur pied ; seulement, lorsque le voile a disparu, elles ne peuvent plus se soulever et il ne leur est possible que de ramper. Le voile persiste plus longtemps chez les *Chiton Polii* de Sébastopol, puisqu'il existe encore chez les larves munies des sept grandes plaques de leur coquille.

J'ai dessiné, sur la figure 71, une coupe longitudinale d'un jeune Chiton pourvu de sept plaques, mais ayant en surplus conservé son voile ; cette coupe est assez semblable à celle de la figure 63 ; les organes internes sont disposés de la même manière, avec cette différence cependant qu'ils sont plus allongés, et que le sac radulaire renferme des crochets en assez grand nombre. L'intestin pousse un petit cœcum *co* qui est peut-être la première apparition du foie ; l'œsophage montre aussi un petit enfoncement *e* qui persiste chez les Chitons adultes sous forme d'une poche renfermant une papille ; je n'ai pas vu, sur cette coupe, la réunion de l'intestin avec le rectum, mais j'ai observé un enfoncement ectodermique *e r*, dirigé vers l'intestin, qui deviendra sans doute le rectum. La glande pédieuse

g, toujours bien développée, me paraît cependant plus petite, toutes proportions gardées, que dans les stades antérieurs ; sa région antérieure, tournée vers l'extrémité antérieure du pied, s'y termine entre les cellules pédieuses.

La face dorsale est bien différente de celle des larves parvenues au stade représenté sur la figure 63 ; on y voit sept grands enfoncements qui correspondent aux plaques dissoutes par les réactifs acides. La cuticule qui les recouvre est divisée en deux couches superposées ; la couche externe *c e*, étendue sans interruption depuis le voile *v* jusqu'aux cellules postérieures *c*, où elle se termine dans une couche gélatineuse épaisse renfermant des restes de spicules dissous, est épaissie de place en place, *d*, en avant de chaque plaque ; la couche interne *c i*, que j'ai observée seulement sur les segments 2, 3, 4, apparaît comme des cavités aplaties, vides, représentant peut-être l'espace occupé par les spicules calcaires dissous. J'ai indiqué la terminaison postérieure de la cuticule ; elle cesse en avant sur les cellules du voile, mais à un stade plus développé (fig. 73) ; lorsque le voile a disparu, elle avance jusque dans la couche gélatineuse qui entoure la base des spicules céphaliques *s p*. Les deux figures 71 et 73 démontrent également de quelle manière disparaissent les cellules du voile ; déjà, sur la figure 71, elles sont dépourvues de noyaux et renferment un petit nombre de granulations ; puis les cellules spiculaires céphaliques *s p* et celles qui forment la première plaque de la coquille s'avancent au-devant les unes des autres et se réunissent sous le voile ; lorsque l'union est accomplie, les cellules du voile tombent, et la cuticule se prolonge jusque dans la région *s p*.

En examinant les coupes transversales d'un pareil stade (fig. 72), on retrouve les relations déjà indiquées lors des stades antérieures, sauf l'aspect de la cuticule. Toute la face dorsale du corps est recouverte par la cuticule externe *c e*, qui descend sur les côtés et s'y termine dans une couche gélatineuse *c g* renfermant la base des spicules ; cette couche est tout-à-fait semblable à celle qui, sur les figures 71 et 73, est située vers les extrémités antérieure et postérieure du corps. Ainsi, la couche cuticulaire entière revêt la face dorsale entière du corps, se rattache sur tout son pourtour à la substance gélatineuse qui entoure les côtés, et forme en avant de chaque plaque un épaississement *d* (fig. 71). Au-dessus de la couche externe en est placée une autre immédiatement accolée aux cellules ectodermiques dorsales, et qui correspond sans doute à cette couche interne *c i* de la figure 71. Les premières traces de la formation des coquilles consistent donc en ces couches cuticulaires qui apparaissent chez les larves encore entourées des enveloppes ovariennes. Les premiers dépôts calcaires consistent en spicules développés sur les côtés et les deux extrémités de la larve ; nous savons que ces spicules naissent dans des vacuoles, sont d'abord renfermés en entier dans l'intérieur de la cellule, puis une extrémité sort au dehors tandis que l'autre reste toujours interne ; ensuite

lorsqu'une couche cuticulaire épaisse apparaît sur les flancs du jeune Chiton, les spicules abandonnent entièrement leurs cellules-mères, pénètrent dans la cuticule, et y persistent (*sp*, fig. 73).

Telle est l'origine des dépôts calcaires qui garnissent les bords du corps des Chitons ; quant à ceux qui constituent les plaques dorsales de la coquille, je les ai vus se former de deux manières différentes. Ordinairement (fig. 74), sept petites plaques calcaires *p l* naissent en avant des segments dorsaux, une plaque par segment; chacune d'elles est constituée par la réunion de petites plaquettes secondaires ; ces dépôts sont à peine visibles sur les segments 5 et 7, formés de trois petites traînées sur le segment 3. La figure 75 représente un embryon du même stade, seulement les plaques calcaires sont plus grandes, et prolongées en arrière à la manière d'un croissant.

Je n'ai observé le second mode de formation que sur une seule larve de *Chiton Polii*, dont le voile était déjà tombé et qui ne portait pas encore des spicules. Sur toute la longueur du bord antérieur du premier segment, immédiatement en arrière de la région où est situé le voile, on distinguait une rangée de très petits granules, occupant la face dorsale entière; dans le second pli, en arrière des yeux, on reconnaissait trois groupes de ces granules ; les cinquième et sixième segments étaient représentés par deux séries semblables, tandis que le septième ne portait seulement que deux petits granules sur le côté gauche. La figure 76 représente cette formation des plaques par la coalescence de granulations calcaires ; les embryons des figures 74 et 76 sont les plus jeunes sur lesquels j'ai pu voir l'origine de la coquille.

Les figures 77 et 78 montrent des stades plus avancés. L'embryon de la figure 77, plus régulière, est entièrement entouré de spicules ; deux cellules du voile *v* persistent encore en avant, et cette présence démontre bien que le voile disparaît seulement après que son rôle est fini. La première plaque de la coquille est composée par la juxtaposition sur la ligne médiane de deux moitiés égales, à contours ondulés, échancrées en avant et en arrière ; il en est de même pour la deuxième plaque ; les deux moitiés des troisième, quatrième et cinquième, sont tout-à-fait soudées l'une à l'autre. La 4e plaque est intéressante en ce sens que son bord postérieur porte un grand nombre d'échancrures ; ces échancrures montrent, ce me semble, la direction d'accroissement des plaques ; cet accroissement procède d'avant en arrière, et la formation des spicules étant plus abondante en certains points qu'en d'autres, ceux-ci restent vides un certain temps et apparaissent comme des échancrures de la plaque. Les moitiés des 6e et 7e plaques sont encore éloignées l'une de l'autre, et même la 7e est constituée par trois parties. On observe sur toutes les plaques ces échancrures *t* caractéristiques des jeunes coquilles de Chitons.

La figure 78 représente un autre mode de formation des plaques ; je ne veux

pas le décrire en détail, et je crois suffisant de le figurer; de même que sur la larve de la figure 76, je n'ai pas trouvé de spicules.

Sur la figure 79, on voit un stade encore plus avancé de la formation des coquilles ; les sept plaques recouvrent la face dorsale du jeune Chiton ; les côtés du corps sont tapissés par une couche cuticulaire ou chitineuse dans laquelle les spicules sont enfoncés par leur base tandis que leur sommet proémine au dehors. La forme des plaques se rapproche beaucoup de celle des plaques des adultes ; leurs bords latéraux et postérieurs sont échancrés, tandis que la première plaque l'est sur tout son pourtour. Je crois que ces échancrures des plaques en voie d'accroissement ne sont pas toujours les mêmes, les premières formées disparaissent pendant qu'il en vient d'autres; ainsi, les plaques 3 et 4 portent vers leur bord postérieur une rangée de petits trous qui correspondent à des échancrures en voie de comblement rapide, pendant que de nouvelles apparaissent sur le bord même.

La figure 80 montre un petit *Chiton Polii* de Marseille déjà complètement formé, muni de ses sept plaques dont les échancrures d'accroissement sont encore visibles sur les bords de la coquille prise dans son ensemble ; l'animal est complètement entouré par la cuticule qui renferme les spicules. En examinant à un fort grossissement (fig. 81) un des bords de la première plaque, on remarque les échancrures d'accroissement, la couche cuticulaire et les spicules qu'elle supporte d'une manière si étrange ; leur position et la facilité avec laquelle ils se détachent me font croire qu'ils sont peut-être des spicules embryonnaires, et qu'il se forme plus tard de nouveaux spicules qui persistent toujours. C. Loven (1) décrit très exactement l'apparition de la coquille chez les *Chiton cinereus* H. et F. ; il a également observé que sept plaques seulement se forment dès l'abord, et que la huitième ne vient que plus tard ; il décrit aussi les deux trous de chaque plaque et les compare aux incisures latérales de Middendorf; il dit de même que l'apparition des spicules latéraux est assez irrégulière, et il exprime l'opinion qu'il ne faut pas les confondre avec les formations qui apparaissent plus tard le long du bord du manteau.

J'ai essayé, pour voir la formation de la coquille, de fixer des larves en voie de transformation et de jeunes Chitons par l'acide osmique, de les colorer avec le carmin, et de les couper. Les figures 82 et 83 représentent une coupe longitudinale et une coupe transversale d'une larve de *Chiton Polii* en voie de transformation. J'ai seulement dessiné sur la figure 82 la face dorsale de la larve, et on y distingue déjà les sept plaques calcaires de la jeune coquille, placées dans des dé-

(1) C. Loven, *loc. cit.*, p. 209.

pressions de l'ectoderme et séparées par des saillies composées de deux ou trois cellules, qui renferment des bâtonnets pigmentaires noirs placés au-dessus du noyau. Les plaques calcaires sont produites dans chaque enfoncement par deux ou trois cellules, deux dans le 7e segment et trois dans le 3e, sur la figure 82 ; plus tard, le nombre des cellules qui forment la coquille augmente, toutes les cellules dorsales y prennent part, mais cette quantité est toujours beaucoup plus petite que chez les *Chiton Polii* de Sébastopol; le nombre des cellules qui sont situées au-dessous de chaque plaque atteint douze ou seize chez ces derniers, sur une coupe longitudinale, tandis que l'on en trouve seulement quatre ou cinq chez les *Chiton Polii* de Marseille transformés.

En avant et en arrière de la coquille sont placées les régions où se développent les spicules ; lorsque la coquille est complète, ces régions spiculaires sont déjetées sur le bord, vers la face ventrale, et c'est ainsi que la région antérieure, la tête de la larve, forme le face ventrale de la tête du Chiton adulte ; on peut ainsi regarder ces régions (*p*, fig. 71 ; *v a*, fig. 63) larvaires comme correspondant aux bords du corps de l'adulte.

J'ai également fait des coupes transversales de ce stade, et celle que je représente par la fig. 83 passe par les yeux ; ceux-ci sont constitués par du pigment condensé autour d'un noyau central plus clair, et sont placés presque en entier sur les nerfs latéraux ou branchiaux. Plusieurs spicules en voie de formation *sp* sont situés sur les côtés du corps ; la face dorsale est recouverte par une couche granuleuse assez épaisse qui montre encore sa séparation des cellules sous-jacentes, et paraît ainsi produite par une transformation de la périphérie des cellules dorsales. Je n'ai pu voir la double couche cuticulaire sur les larves traitées par l'acide osmique, comme on la voyait sur celles traitées par l'acide chromique, qui dissolvait toute la substance calcaire.

La coupe de la figure 84 est pratiquée dans la même région que celle de la figure 83, mais chez un Chiton complètement formé et qui possédait une épaisse couche calcaire. La position des yeux, devenus ici sous-cutanés, est intéressante ; une couche pigmentaire entoure un noyau clair comme chez les larves, mais ces yeux sont placés sous la peau et sur le nerf branchial. L'épithélium ectodermique placé au-dessus de ces yeux présente certaines modifications qui sont peut-être en rapport avec les fonctions de l'ocelle ; ces cellules sont plus minces, plus allongées que leurs voisines,leur aspect est différent, et elles forment par leur réunion un corps bien limité ; il me paraît possible que ces cellules jouent un certain rôle dans la transmission des rayons lumineux aux ocelles, et remplissent peut-être la fonction d'une cornée. La facilité avec laquelle on distingne les noyaux de la glande pédieuse est une nouvelle particularité des figures 83 et 84 ; tandis qu'ils étaient à peine visibles sur les coupes traitées par l'acide chromique et décrites ci-dessus,

ils se colorent avec une grande netteté après la fixation par l'acide osmique ; mais, par contre, la substance sécrétée et le protoplasma des cellules restent incolores.

Pour suivre le sort réservé à cette glande, je l'ai étudiée sur de petits Chitons, et la figure 85 montre une coupe longitudinale d'un jeune Chiton âgé, à ce que je crois, au moins d'une année ; la glande pédieuse est très nettement circonscrite, et débouche dans le même endroit que chez la larve et les embryons en voie de transformation. La partie antérieure de la coupe est seule représentée sur la figure; on constate entre les organes les mêmes relations que sur les figures 71 et 72, avec cette différence que le petit enfoncement *e* de la figure 71 est devenu un cœcum volumineux dont le fond soulevé *f* est couvert de cils vibratiles. Au-dessus est placé le commencemment du sac radulaire *s r* soutenu par une plaque cartilagineuse *c a*. On voit, vers l'extrémité antérieure de la glande qui cesse en avant de la région du pied munie de cils vibratiles, de petits globules *g s* engagés entre les cellules ectodermiques et qui présentent quelque ressemblance avec la substance sécrétée par la glande. Cette extrémité du pied où se termine la glande est recouverte par une couche de substance semblable à une cuticule; je n'ai pu retrouver cette glande chez les individus un peu plus grands déjà, munis d'organes génitaux, et, dans le cours de mes études, je n'ai pu l'observer chez les jeunes d'autres espèces de Chitons. Le Dr Bella Haller ne la mentionne pas chez les *Chiton siculus*, Gray, qui sont les *Chiton olivaceus* de Monterosato, bien que la larve en possède une ; je suis donc forcé de considérer cette glande comme un organe embryonnaire, destiné à disparaître.

Les jeunes *Chiton Polii* de Marseille et de Sébastopol, peu après leur transformation, ne portent encore que sept plaques, et c'est seulement plus tard qu'il en apparaît une huitième. Je n'ai pu réussir à me procurer de jeunes *Chiton Polii* de Marseille munis de leur huitième plaque, mais je l'ai pu à Sébastopol, car elle apparaît plus vite chez les individus de cette région ; la figure 86 en représente un qui en possède le rudiment. En outre, on constate la présence de plusieurs trous dans les plaques ; nous avons déjà vu deux de ces trous chez les *Chiton Polii* de Marseille (fig. 80), mais chez les individus de Sébastopol, chaque plaque porte six trous lorsqu'apparaît le huitième segment. Les premiers formés, *a a*, les plus grands sont allongés ; en outre, deux autres *b b* sont situés sur le bord de la coquille, et les plus petits *c c* sur la partie antérieure de chaque plaque.

Si la huitième coquille apparaît bien tard chez les *Chiton Polii*, elle existe par contre dès la transformation de la larve chez les *Chiton olivaceus* ou *siculus* de Gray. D'après Loven (1), il apparaît d'abord sept plaques chez les *Chiton cinereus*,

---

(1) C. Loven, *loc. cit.*, pl. IX, fig. 13.

et la huitième ne vient que plus tard ; ainsi il en dessine un commencement sur le jeune individu de la figure 13.

J'arrête ici l'exposé de mes observations sur l'embryogénie des Chitons. On saisira aisément les points principaux et je crois pouvoir me dispenser d'insister spécialement par des considérations générales.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE I.

Fig. 1. Enveloppe de l'œuf du *Chiton Polii* de Marseille.

h, pièce hexagonale basilaire; *pr*, prolongement prismatique avec des stries parallèles. Grossissement 340/1.

Fig. 2. Enveloppe de l'œuf du *Chiton lœvis var. Doriæ*.

h, pièce hexagonale basilaire; le centre de cette pièce, au-dessus de laquelle s'élève le prolongement bifurqué *pr*, est soulevé en forme de verre de montre. Gross. 340/1

Fig. 3. Enveloppe de l'œuf du *Chiton olivaceus*, Spengler.

h, hexagone basilaire; *pr*, prolongement vu par dessus.

c, pointe centrale la plus élevée. Gross. 340/1.

Fig. 3'. Le même prolongement vu de profil. — 340/1.

Fig. 4. *Chiton Polii* de Sébastopol. Huit sphères de segmentation :

a, *a'*, *a''*, *a'''*, les grandes sphères inférieures.

b, *b'*, *b''*. *b'''*, les sphères supérieures plus petites.

gd, globules de direction. Gross. 170/1

Fig. 5. Le même stade vu de profil.

a, *a'''*, les sphères inférieures.

b'', *b'''*, sphères supérieures. Gross. 170.

Toutes les figures suivantes, jusqu'à la figure 51, pl. V, se rapportent au *Chiton Polii* de Marseille.

Fig. 6 et 7. Œuf de *Chiton Polii* de Marseille. Les lettres ont la même signification que sur les figures précédentes.

c c, nouvelle série de sphères naissant entre les sphères *a* et *b*.

La sphère *c* n'est pas encore complètement détachée de la sphère *a*; la sphère *c'* est déjà indépendante. Gross. 170.

Fig. 8, 9 et 10. Stade de 16 cellules ou sphères. Les lettres gardent la même signification que plus haut.

Fig. 8. Œuf vu d'en bas avec la série *a* des sphères inférieures et la série *c* des petites sphères intermédiaires. Gross. 170.

Fig. 9. Même œuf vu d'en haut. Série *b* des sphères supérieures.

c e, *c' e'*, *c'' e''*, *c''' e'''*, nouvelles séries de sphères intermédiaires.

Fig. 10. Même œuf, de profil, montrant clairement la disposition des nouvelles sphères intermédiaires.

Fig. 11, 12 et 13. Stade de 22 cellules de segmentation.

Fig. 11. Œuf vu par sa face inférieure.

FIG. 12. Œuf vu par en haut. Les cellules *g g* caractérisent ce stade et semblent provenir de la division des cellules *b*.

FIG. 13. Œuf vu de profil, ne différant du stade figure 10, que par la présence des cellules de la série *g*.

FIG. 14, 15 et 15'. Stade de 40 cellules.

FIG. 14. Face inférieure.

Les huit cellules *h* et *h'* sont intercalées entre les cellules de la série *a*.

On voit aussi les cellules intermédiaires de la série *c*.

FIG. 15. Face supérieure.

Les cellules *g* sont maintenant au nombre de huit. On voit aussi les cellules *c*, *e*, *e'*.

FIG. 15'. Profil. Entre les cellules de la série *a* et de la série *b*, on voit déjà quatre cellules *c c*, *e e*.

FIG. 16. Coupe transversale d'un œuf voisin du stade à vingt ou vingt-deux cellules. Les lettres sont les mêmes que pour les figures 12 et 13. L'existence des cellules *d*, *d'* et *x* s'explique soit par une certaine obliquité de la coupe, soit par une division plus précoce des cellules *a*. Gross. 310.

PLANCHE II.

Les figures 17, 18, 19, 20, 21 et 22, montrent la formation de la gastrula.

FIG. 17. Face inférieure. Au centre on distingue l'enfoncement, en arrière les quatre grandes cellules *l*, *k*. Gross. 310.

FIG. 18. Face supérieure. Les grandes cellules *b b* entourent les petites cellules *g g* qui occupent le centre. Gross. 310.

FIG. 19. Coupe du même stade. Mêmes lettres que pour les stades précédents. Gross. 285.

FIG. 20. Coupe correspondant au stade fig. 17 et menée dans la région antérieure.

ec, ectoderme.

en, endoderme.

b, blastopore. Gross. 285/1.

FIG. 21. Coupe du même stade, dans la région moyenne.

FIG. 22. Coupe dans la région postérieure. 285/1.

FIG. 23. Gastrula complètement formée. Gross. 165/1.

FIG. 24. Coupe longitudinale d'une Gastrula.

v, cellules du voile.

b, blastopore. Gross. 285/1.

FIG. 25. Coupe longitudinale d'une Gastrula plus avancée.

m, l'une des grandes cellules endodermiques indiquant le côté dorsal de l'embryon.

m', cellules presque complètement recouvertes par l'endoderme.

v v, cellules du voile. Gross. 285/1.

FIG. 26. Coupe menée dans le même embryon et dans une région voisine.

Les cellules *m* et *m'* des deux figures semblent être des coupes des mêmes éléments. Gross. 285.

FIG. 27. Coupe horizontale et longitudinale dans la région frontale d'un embryon au même stade

m, les deux grandes cellules endodermiques.

b, léger enfoncement du bord du blastopore. Gross. 285.

FIG. 28. Coupe longitudinale dans un embryon plus avancé. Le blastopore est un peu rejeté vers la face ventrale.

a a', cellules ectodermiques.

m, grande cellule ectodermique presque complètement enfoncée en dessous de l'endoderme.

m', cellule probablement mésodermique, à moins qu'elle n'indique la coupe d'un bout de cellule. gross. 285/1.

PLANCHE III.

FIP. 29. Coupe longitudinale.

v, cellules du voile.

c, endoderme s'enfonçant dans la partie postérieure de l'embryon qui se façonne en ce moment.

a a', les dernières cellules ectodermiques. Gross. 285.

FIG. 30. Embryon de 10 heures, vu de face.

v, le voile.

b, le blastopore. Gross. 170/1.

FIG. 31. Le même embryon vu de profil.

b, blastopore.

FIG. 32, 33, 34, 35 et 35. Coupes de l'embryon représenté figure 30.

FIG. 32. Coupe transversale du bout postérieur, passant seulement dans l'ectoderme de telle sorte qu'on ne voit que les noyaux des cellules de cette couche.

FIG. 33. Coupe transversale un peu plus éloignée du bout postérieur. Cette coupe passe par le sillon *s* qui conduit vers le blastopore.

m, les cellules mésodermiques.

FIG. 34. Coupe passant par le blastopore déjà très éloigné du bout postérieur.

m, *m'*, cellules mésodermiques.

b, blastopore.

FIG. 35. Coupe passant entre le blastopore et le voile.

On ne voit que les cellules de l'endoderme *en* et de l'ectoderme *ec*, sans aucune trace de cellules mésodermiques. Les contours des cellules étaient cependant d'une extrême netteté sur cette coupe.

FIG. 36. Coupe encore plus antérieure et passant par le voile.

v, voile.

en, endoderme.

Contours des cellules extrêmement nets sur la préparation.

FIG. 37. Coupe oblique du même stade, passant par le blastopore *b* et par les cellules de la partie dorsale du voile, *v*.

Dans les parois du blastopore, on voit une grande cellule mésodermique *m* et une petite cellule mésodermique *m'*.

FIG. 38. Embryon de douze heures. Le blastopore n'est pas encore très éloigné du bout postérieur. Gross. 285.

FIG. 39. Embryon de quatorze heures.

b, blastopore plus voisin du voile et plus éloigné du bout postérieur. Gross. 285.

PLANCHE IV.

FIG. 40. Coupe longitudinale de l'embryon représenté figure 38.

b, blastopore.

v, cellules du voile.

p, ouverture de l'œsophage dans l'intestin. Grossissement 285.

FIG. 41. Coupe de l'embryon de quatorze heures.

b, blastopore. Grossissement 285.

FIG. 42, 43, 44, 45, 46. Coupes transversales d'un embryon de douze heures dans une direction oblique suivant la ligne *b e* de la figure 41. Grossissement 285.

FIG. 42. Coupe du bout antérieur.

v, cellules du voile.

FIG. 43. Coupe suivante.

v, cellules du voile.

en, endoderme.

œ, bout antérieur de l'œsophage,

m, cellules mésodermiques.

FIG. 44. Coupe suivante. Le canal est apparent dans l'œsophage.

FIG. 45. Coupe suivante passant par le blastopore.

p, point où l'œsophage s'ouvre dans l'intestin (= fig. 40, *p*).

FIG. 46. Coupe encore plus en arrière. A la place de l'œsophage on voit un cercle de cellules *s r*, représentant le prolongement postérieur de l'œsophage ou sac radulaire.

FIG. 47. Embryon de seize à dix-huit heures dans lequel l'ouverture buccale est à peine visible. Les embryons de ce stade sont très aplatis. Grossissement 165.

FIG. 48, 49 et 50. Coupes transversales de cet embryon et différant des précédentes par le groupement des cellules mésodermiques. Grossissement 285.

FIG. 48. *b*, ouverture buccale.

œ, œsophage.

m, cellules mésodermiques.

v, cellules du voile dont la présence, seulement au côté dorsal, indique que la coupe est un peu obliqne.

FIG. 49. Coupe suivante.

s r, sac radulaire.

m, cellules mésodermiques.

FIG. 50. Coupe faite plus en avant que la précédente.

Le mésoderme *m*, atteint un grand développement et forme un triangle de chaque côté de l'endoderme.

e c, ectoderme dont les noyaux commencent à proliférer dans la partie ventrale.

PLANCHE V.

Toutes les figures de cette planche se rapportent au *Chiton Polii* de Sébastopol.

FIG. 51. Coupe longitudinale.

en, endoderme.

œ, œsophage avec le sac radulaire *s r*.

b, bouche.

m, mésoderme.

c, cavité du corps.

g, glande pédieuse.

v, les deux cellules du voile. Grossissement 285.

FIG. 52. Portion du même embryon. Épaississement de l'ectoderme au point où se forme la glande pédieuse.

c, petite cavité qui semble s'ouvrir à l'extérieur.

v, cellules du voile montrant la structure caractéristique. Grossissement 670/1.

Fig. 53. Embryon un peu plus avancé que celui représenté par la figure 51. La glande pédieuse *g* semble plus développée. Grossissement 285.

Fig. 54. Glande pédieuse du même embryon, dessinée d'après une coupe voisine et sous un plus fort grossissement, 670/1.

Les six figures suivantes (55-60) se rapportent à des coupes dans le même embryon. Grossissement 285/1.

Fig. 55. Coupe dans la région antérieure, en avant du voile.

c l, cellules ectodermiques ; *c*, cellules ectodermiques enfoncées.

n, épaississement de l'ectoderme indiquant les troncs nerveux.

m o, feuillet interne du mésoderme s'appliquant sur l'œsophage.

mp, feuillet externe du mésoderme s'appliquant sur l'ectoderme.

œ, œsophage.

en, endoderme.

Fig. 56. Coupe passant par le voile et dans une position anormale, par suite des nécessités de la gravure. L'orientation peut être aisément rétablie. L'œsophage est coupé en deux points *œ*, *œ*.

n et *n'*, cellules ectodermiques disposées sous les cellules du voile.

Fig. 57. Coupe plus éloignée du bout antérieur, passant par la glande pédieuse *g*, encore unie à l'ectoderme

s r, sac radulaire vu dans son bout postérieur.

q, petite cavité au-dessus de l'intestin.

n et *n'*, ébauche des troncs nerveux, pédieux et branchiaux.

Fig. 58. Coupe encore plus postérieure.

g, fond de la glande pédieuse ; les autres lettres se rapportent aux parties désignées dans la figure précédente.

PLANCHE VI.

Fig. 59. Coupe encore plus éloignée de la région antérieure et passant par la cavité *c*

Fig. 60. Coupe dans le bout postérieur.

l, ligne divise le mésoderme en deux feuillets.

n''', formation probable du ganglion caudal.

Fig. 61. Coupe d'un embryon plus avancé dans son développement. Elle est faite de manière à présenter en haut la région du voile.

n et *n'*, troncs nerveux déjà détachés de l'ectoderme et se trouvant sur la limite, entre ce feuillet et le mésoderme.

s r, sac radulaire.

g, glande pédieuse avec son produit excrété dans la partie centrale. Grossissement 285/1.

Fig. 62. Embryon plus âgé. Les troncs nerveux sont entourés complètement par le mésoderme ; la substance sécrétée par la glande pédieuse est plus abondante.

Fig. 63. Coupe longitudinale d'une jeune larve encore contenue dans les enveloppes du chorion.

1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7, plis dorsaux dans lesquels se forment les valves de la coquille actuellement couvertes par une couche cuticulaire à double contour dans les plis 2 — 5.

v, cellules du voile.

v a, cellules de la tête de la larve pleines de vacuoles.

c, cellules dorsales postérieures placées en avant de la dernière coquille et pleines de vacuoles.

g c, ganglion céphalique.

g b, ganglion caudal.

b, la bouche.

c o, cellules antérieures de l'œsophage.

en, commencement des cellules de l'endoderme.

sr, sac radulaire.

e, petit refoulement de la portion inférieure et postérieure de l'œsophage.

g, glande pédieuse, 285/1.

Les figures 64, 65, 66, 67, 68 se rapportent à des coupes transversales successives d'une même jeune larve de Chiton.

FIG. 64. Coupe transversale du bout antérieur.

gc, ganglion céphalique.

c, partie cellulaire.

f, partie fibreuse de ce ganglion. Grossissement 165/1.

FIG. 65. Coupe plus éloignée du bout antérieur.

œ, œsophage.

c, les troncs nerveux naissant du ganglion céphalique et commençant à se dédoubler. Grossissement 165.

FIG. 66. Coupe dans la région du voile.

b, portion buccale de l'œsophage

n n', troncs nerveux déjà dédoublés. Grossissement 200/1.

FIG. 67. Coupe encore plus postérieure, mais assez rapprochée cependant du bout antérieur pour présenter de chaque côté les cellules du voile *v v*.

s r, sac radulaire.

n n', les troncs nerveux.

g, glande pédieuse dont le produit s'infiltre entre les cellules du bout antérieur du pied.

c, cuticule. Grossissement 200/1.

FIG. 68. Coupe de la région moyenne du corps vue sous un plus fort grossissement pour montrer sur les flancs des cellules à vacuoles *va*.

br, région vibratile ou branchiale Grossissement 285/1.

FIG. 69. Larve errante du *Chiton Polii* de Marseille.

a, yeux.

v, voile. Grossissement 125/1.

sp (fig. isolée), trois spicules de cette larve sous un fort grossissement, 310/1.

PLANCHE VII.

FIG. 70. Larve semblable à celle de la figure 69, mais vue sous le compresseur de manière à montrer les spicules figurés grossis en *sp*, dans le bas de la planche précédente. Ces spicules sont abondants principalement le long des flancs, sur la tête et sur le bout postérieur. Grossissement 125/1.

FIG. 71. Coupe longitudinale d'un *Chiton Polii* de Sébastopol transformé et dont les valves sont dissoutes par l'acide.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, les diverses valves dorsales.

c e, cuticule extérieure.

c i, cuticule intérieure.

d, portion épaissie de la cuticule où se forment les nouveaux dépôts de la substance des coquilles.

v, cellules du voile.

p, cellules antérieures vacuolaires ayant produit leurs spicules

c, cellules vacuolaires postérieures avec leurs spicules.

co, plis de l'intestin moyen.

Les autres lettres comme dans la figure 51. Grossissement 285/1.

Fig. 72. Coupe transversale d'une larve de Chiton transformée. La coupe est relevée sur le flanc par suite des nécessités iconographiques. Le pied est à gauche.

sp, bords du corps, sur les flancs, recouverts par une couche chitineuse dans laquelle les spicules sont engagés.

ce, cuticule externe.

ci, cuticule interne. Grossissement 285/1.

Fig. 73. Bout antérieur d'un Chiton transformé ayant perdu les cellules du voile, et dont la cuticule *ce* de la première valve se continue avec la portion gélatineuse cuticulaire où sont engagés les spicules antérieurs *sp*.

2, seconde valve. Grossissement 285/1.

Les figures suivantes sont dessinées d'après le *Chiton Polii* de Marseille.

Fig. 74. Larve en voie de transformation.

pl, les plaques calcaires. Grossissement 170/1.

Fig. 75. Larve avec des plaques calcaires plus développées. Grossissement 170.

Fig. 76. Larve montrant le dépôt calcaire correspondant à l'apparition des valves. Absence complète de spicules et de cellules du voile. Grossissement 125/1.

Fig. 77. *v*, cellules du voile qui ne sont pas encore détachées.

t, formation des trous dans les coquilles.

sp, groupe de spicules antérieurs. Grossissement 125/1

Fig. 78. Les valves sont plus développées. Grossissement 125.

PLANCHE VIII.

Fig. 79. Les valves sont encore plus développées et montrent en *t* les pores primaires de la coquille. Le long des bords d'accroissement on remarque des échancrures et de petits trous. Grossissement 170/1

Fig. 80. *Chiton Polii* de Marseille transformé. Les sept valves de la coquille occupent toute la face dorsale de l'animal. Les spicules sont rejetés sur le côté ventral. Grossissement 170/1.

Fig. 81. Bord antérieur du même Chiton vu sous un fort grossissement (510/1) pour montrer la forme des spicules et du bord d'accroissement des valves de la coquille.

Fig. 82. Coupe longitudinale d'un jeune *Chiton Polii* de Marseille, en voie de transformation.

Les numéros indiquent les valves de la coquille.

sp, groupe de spicules antérieurs.

sp', groupe de spicules postérieurs.

p, points pigmentés sur les régions saillantes du dos.

L'embryon est traité par l'acide osmique. Grossissement 200/1.

Fig. 83. Coupe transversale d'une larve de *Chiton Polii* de Marseille, pour montrer la place des yeux.

gr, corps granuleux dans la cuticule déjà très épaissie.

o, yeux.

sr, sac radulaire.

g, glande pédieuse. Grossissement 285/1.

Fig. 84. Coupe transversale d'un *Chiton Polii* de Marseille transformé et muni d'une épaisse coquille. La coupe est faite dans la région des yeux.

y, yeux.

c, groupe de cellules en forme de cornée.

cq, coquille.

g, glande pédieuse dont les noyaux sont bien visibles.

n et *n'*, troncs nerveux.

La préparation est traitée par l'acide osmique. Grossissement 285/1.

Fig. 85. Coupe d'un *Chiton Polii* de Sébastopol déjà transformé et assez grand, mais encore dépourvu d'organes génitaux.

cq, première valve de la coquille.

ch, couche chitineuse contenant des spicules et dans laquelle plonge la première valve.

gc, ganglion céphalique.

b, bouche.

sr, sac radulaire.

ca, plaque cartilagineuse sous-radulaire.

e, poche de l'œsophage contenant une papille vibratile *f*.

g, glande pédieuse aboutissant en un point du pied *gs* où l'on distingue de petits globules. Grossissement 200/1.

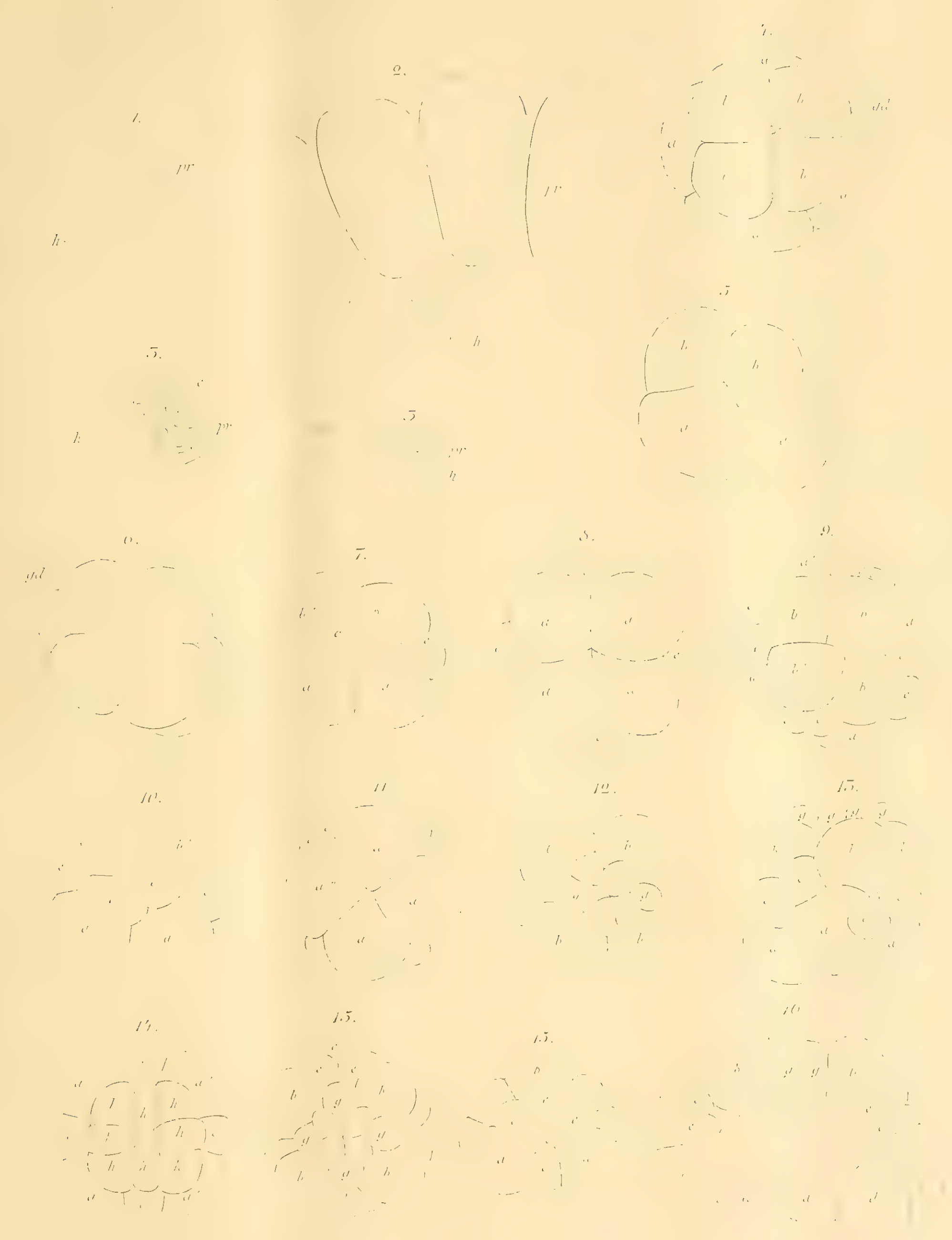
Fig. 86. Jeune Chiton de Sébastopol montrant le rudiment de la huitième valve de la coquille 8.

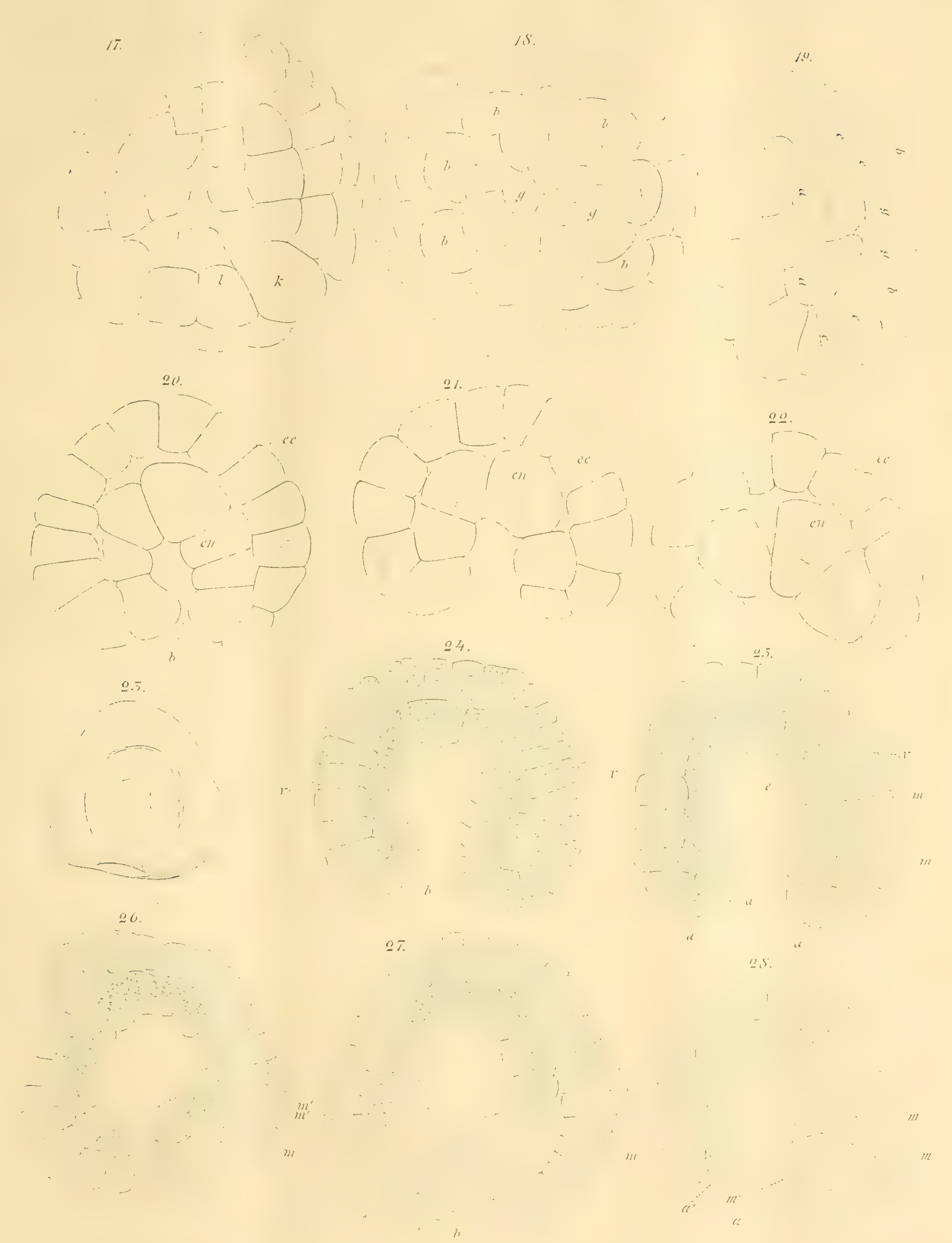
a a, les deux premiers pores.

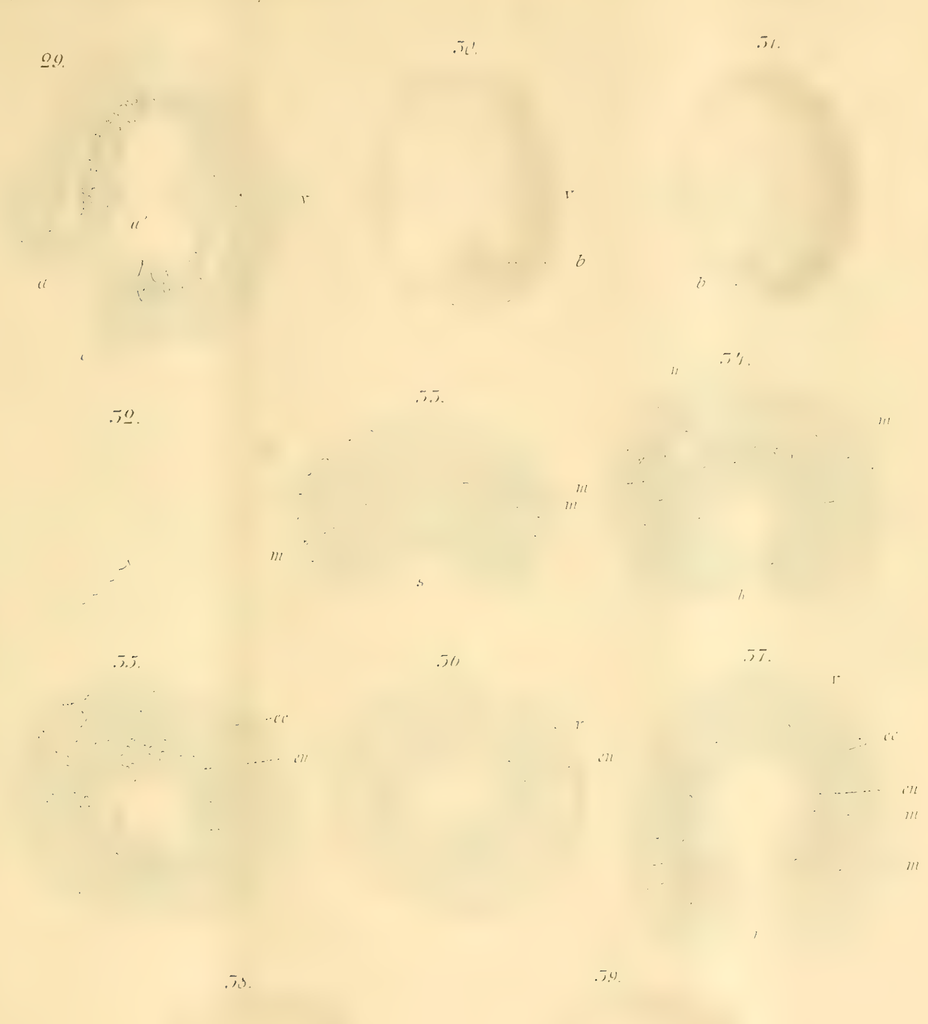
b b, les deux seconds.

c c, les plus petits trous des valves. Grossissement 165/1.

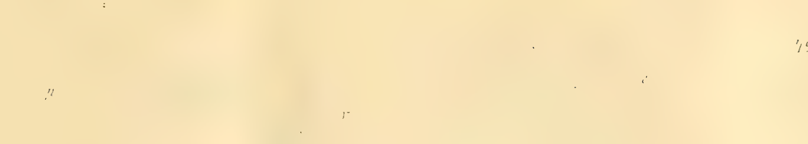
Odessa, décembre 1882.




17.
l
k
18.
b
b
b
g
g
b
b
19.
20.
ec
en
b
21.
ec
en
22.
ec
en
23.
24.
b
25.
e
m
m
a
a
26.
m'
m'
m
27.
m
b
28.
m
m
a'
m'
a

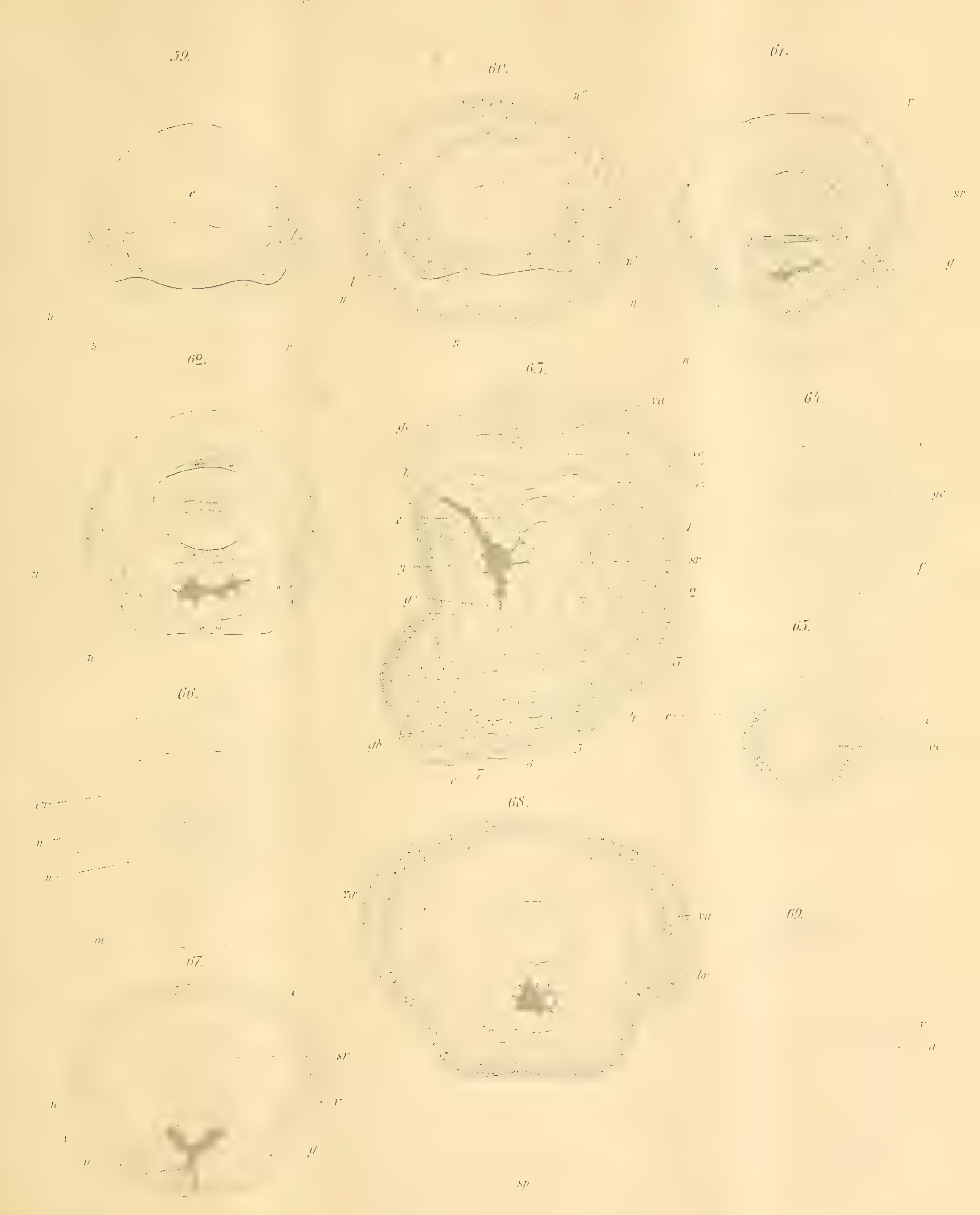


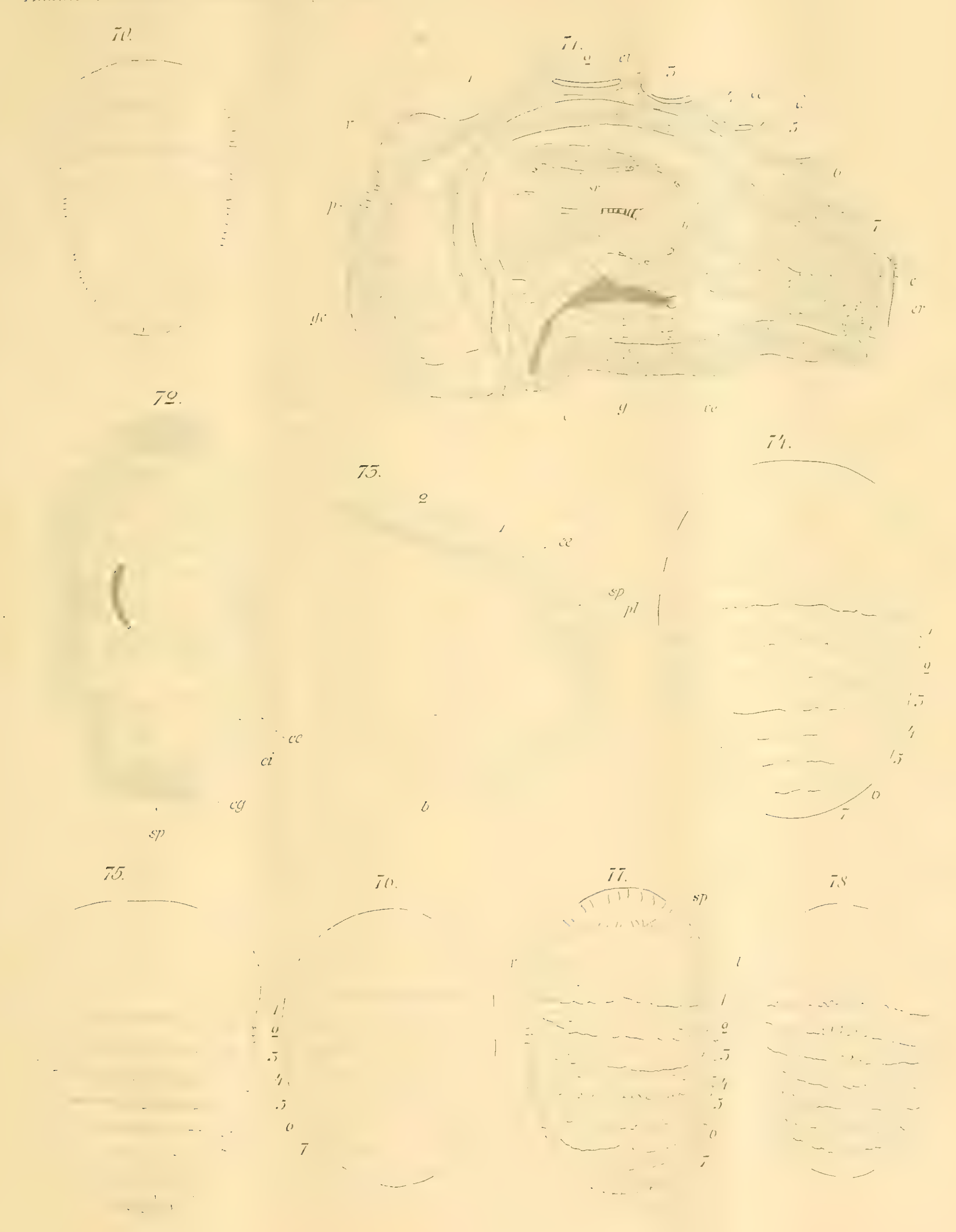
Werner & Winter, Frankfurt M.


40
41
42
43.
44.
45
46.
47.
48
49
50.

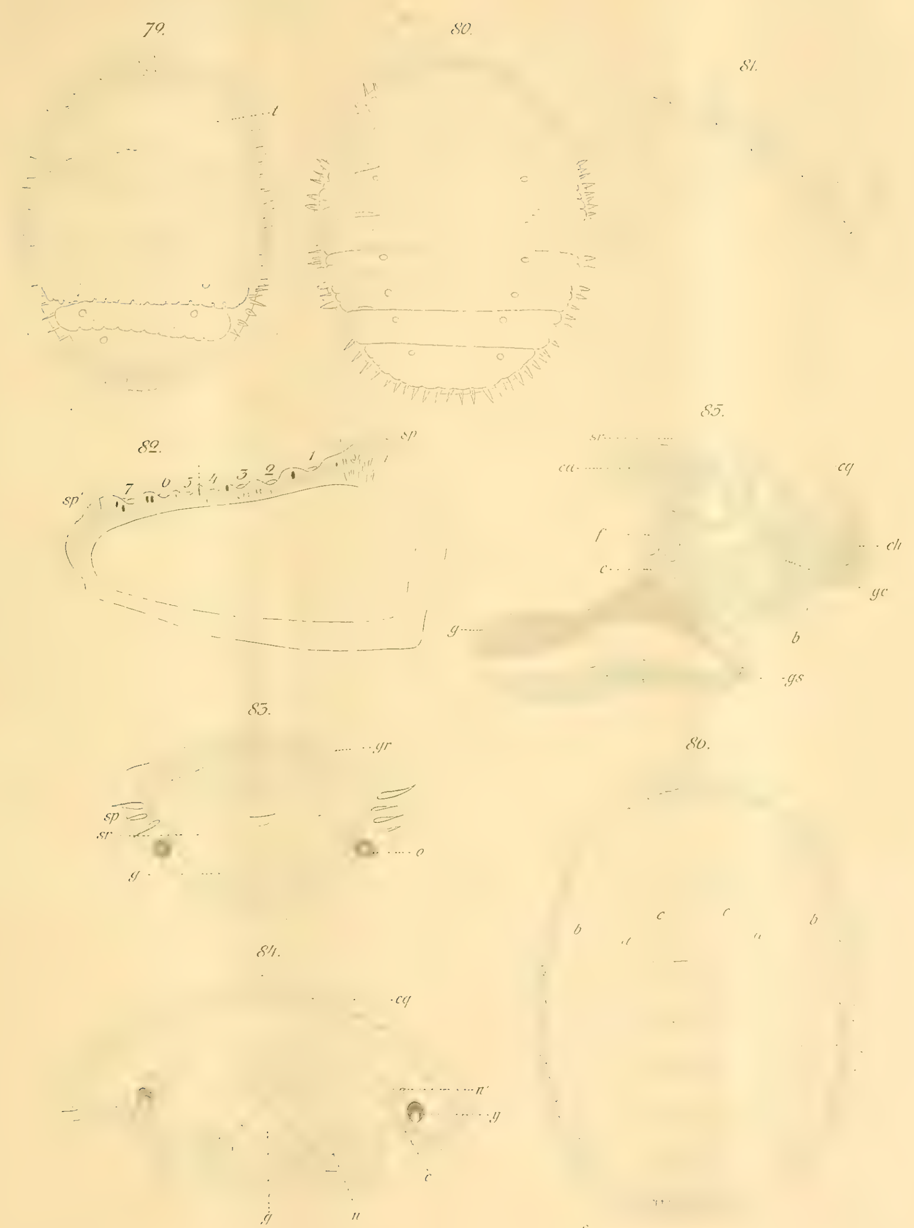





59.
60.
61.
62.
63.
64.
65.
66.
67.
68.
69.

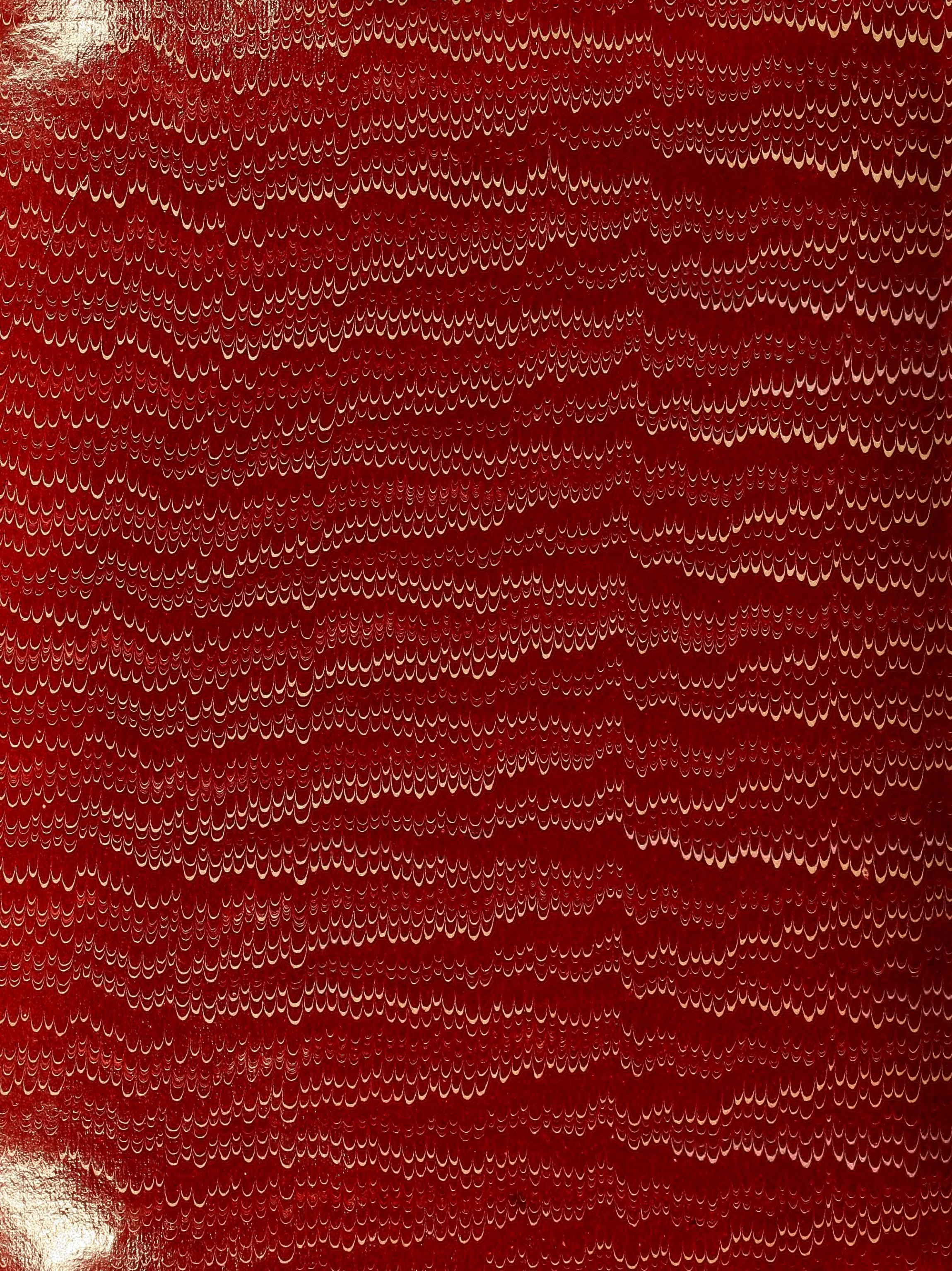


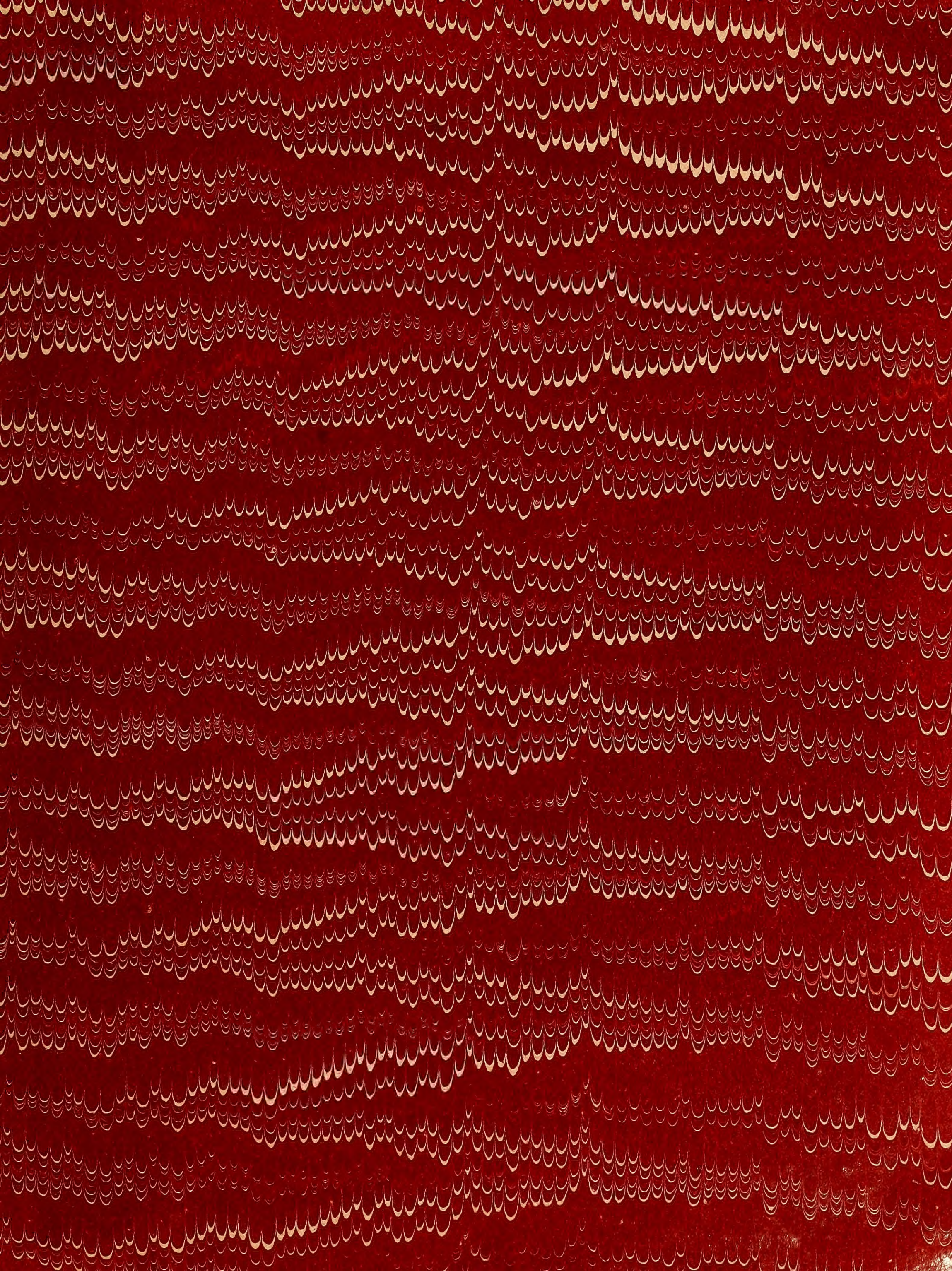
Lith. Werner & Winter, Francfort s/M.

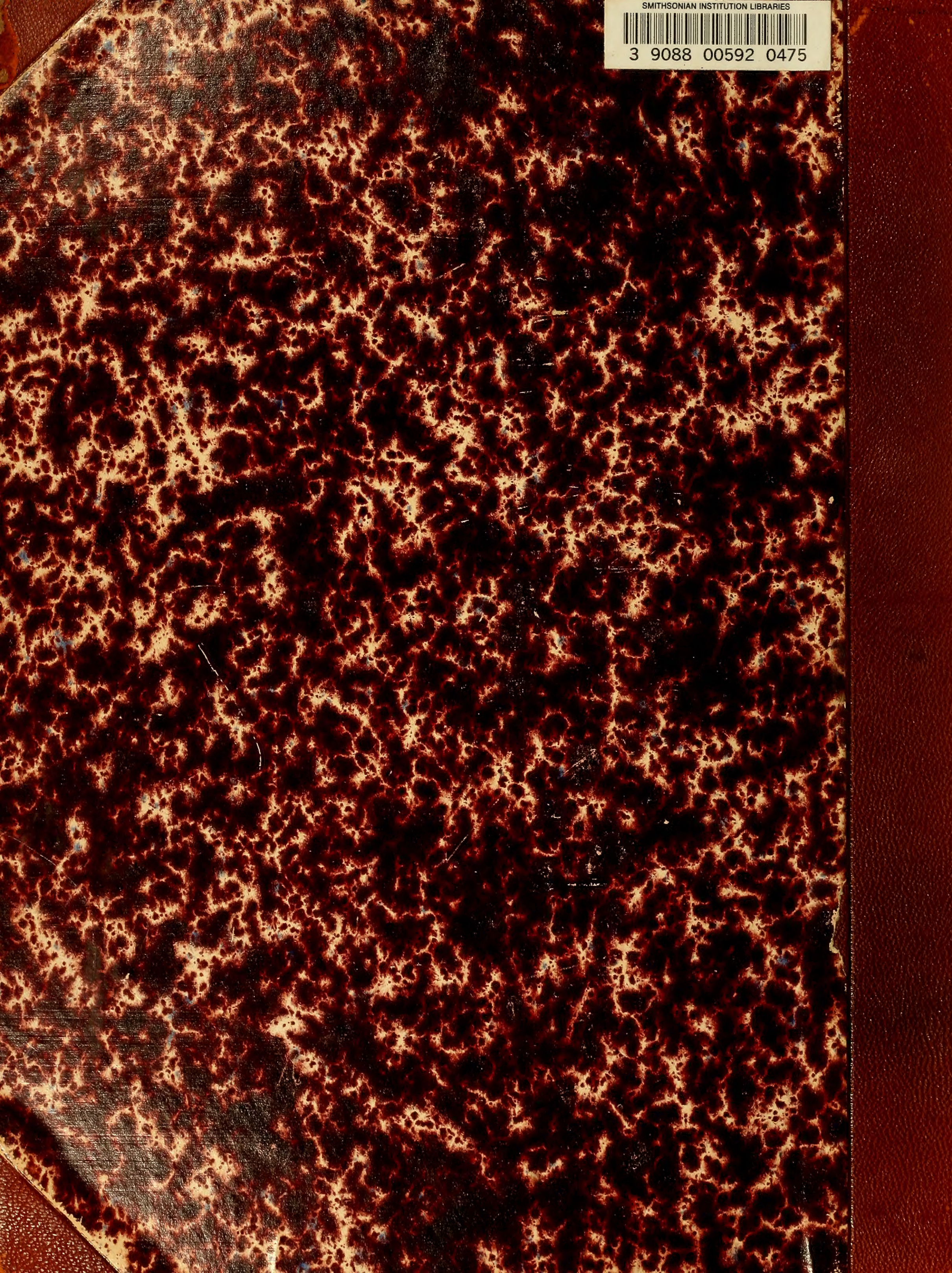


A. Kowalevsky del.

Lith. Werner & Winter, Frankfort ^a/M.






SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00592 0475